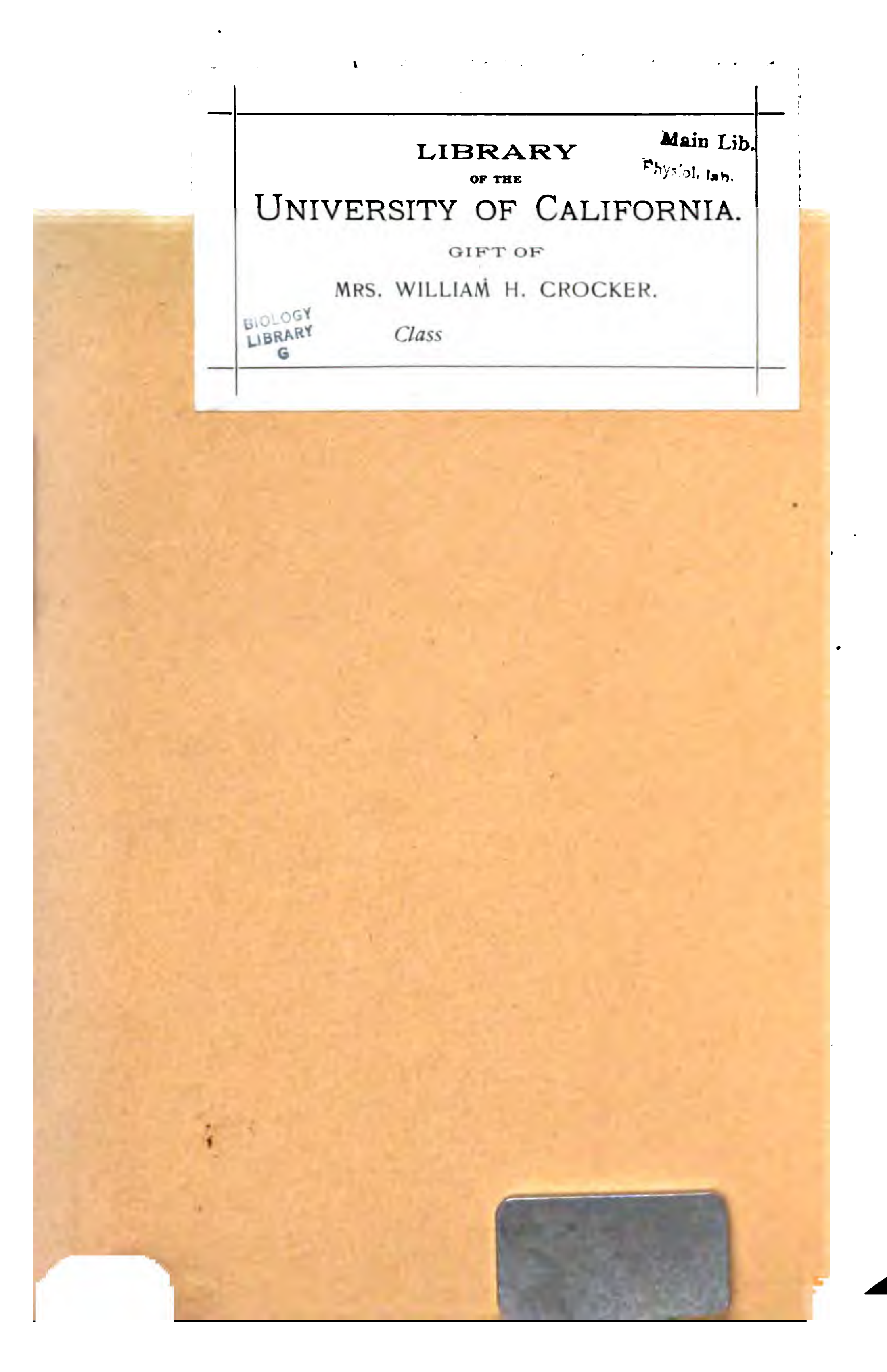




ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

L. BUHL, M. v. PETTENKOFER, L. RADLKOFER, C. VOIT,

PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

VII. BAND.

MIT 2 TAFELN UND 1 TABELLE.



MÜNCHEN, 1871.

VERLAG VON R. OLDENBOURG.

INHALT.

Seite



Ernährungsversuche mit Brod am Hund und Menschen.

Von

Gustav Meyer,

stud. med. aus Oldenburg.

I. Brodversuche am Hunde.

Im 4. Hefte des Jahrganges 1869 dieser Zeitschrift sind Versuche von Dr. Ernst Bischoff mitgetheilt, durch welche bewiesen wurde, dass die reichlichen Kothmengen nach Fütterung eines Hundes mit Brod oder stärkereichen Substanzen von einer Zersetzung des Stärkemehls herrühren, indem die aus letzterem entstehende Säure eine rasche Entleerung bedingt, was durch Zusatz von Fleischextrakt oder von eiweissreichen Substanzen, z. B. von Fleisch, nicht wesentlich geändert wird.

Herr Prof. Voit schlug mir vor, diese für die Ernährungslehre wichtigen Thatsachen durch einige weitere Versuchsreihen an demselben, etwa 30 Kilo schweren Hunde zu erhärten, und zugleich, um einen vergleichenden Blick auf die Unterschiede in der Kothausscheidung bei vegetabilischer und animalischer Nahrung werfen zu können, eine Versuchsreihe mit rein animalischer Kost (Fleisch und Fett) einzuschieben.

1) 1000 Brod.

Der Hund erhielt das schon bei den früheren Versuchen benützte Brod, welches aus Roggen- und Weizenmehl den Tag vorher gebacken worden war, und zwar nur die Krume. Da es sich blos um die Ausnützung im Darme handelte, so wurde nur

die Quantität und Qualität des Kothes, durch Knochen genau abgegrenzt, bestimmt.

Datum 1869	Brod	Koth		
		frisch	Wasser	trocken
19. März	800	—	—	—
20. „	1000	345,1	247,1	98,0
21. „	1000	256,5	211,4	45,1
22. „	1000	403,5	317,7	85,8
23. „	1000	197,9	157,2	40,7
24. „	1000	477,1	382,1	95,0
25. „	1000	250,2	202,2	48,0
26. „	1000	413,7	328,7	85,0
27. „	1000	170,8	140,5	30,3
28. „	—	500,7	397,9	102,8
	8800	3015,5	2384,8	630,7

Der Koth reagirte stets stark sauer. Auf einen Tag trafen im Mittel 335,0 frischer = 70,1 trockener Koth oder 13,3 % des verzehrten trockenen Brodes (524,5 Grmm.).[1]) An Stickstoff wurden im Tag 12,53 Grmm. eingeführt und 2,45 im Koth[2]) wieder entleert = 19,5 %. Von 21,6 im Brod aufgenommenen Aschebestandtheilen gingen 7,10 = 32,8 % im Koth wieder weg.

Ich habe im Kothe auch Stärkebestimmungen durch Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure im offenen Gefässe oder im zugeschmolzenen Rohre oder nach Siegert's Methode gemacht, aber dabei um 8 % differirende Zahlen erhalten, die in Wirklichkeit möglicherweise viel höher sein können. Wenn ich mit der Mittel-

1) In 100 Brod sind:

	frisch	trocken
Wasser	46,35	—
Stickstoff	1,28	2,39
Asche	2,21	4,12.

2) In 100 trockenem Koth sind:

Stickstoff	3,50
Aetherextrakt	2,22
Alkoholextrakt	10,95
Stärke	26,50
Asche	10,13

zahl eine Berechnung ausführe, so möchte ich damit nur eine Angabe über die Menge des zum Mindesten im Koth befindlichen unveränderten Stärkemehls machen; im Brode befanden sich demnach (bei 44,2 %) für den Tag 389,0 Stärke, im Kothe 18,6 = 5 %.

An diese erste Reihe schloss sich nun eine zweite an, bei welcher zu dem Brode täglich 100 Fleisch gegeben wurden, um zu sehen, ob letzteres in der Ausnützung des Brodes eine Aenderung hervorbringt.

2) 1000 Brod und 100 Fleisch.

Datum 1869	Nahrung		Koth		
	Brod	Fleisch	frisch	Wasser	trocken
28. März	800	100	121,5	94,5	27,0
29. "	1000	100	196,7	145,5	51,2
30. "	1000	100	168,3	129,7	38,6
31. "	1000	100	248,3	192,6	55,7
1. April	1000	100	460,8	354,1	106,7
2. "	1000	100	224,8	180,8	44,0
3. "	—	—	377,3	304,5	72,8
	5800	600	1797,7	1401,7	396,0

Es wurden hier täglich im Mittel eingeführt an trockener Substanz 542,7 Grmm. (im Brod 518,6, im Fleisch 24,1)[1]), und ausgeschieden 66,0 trockener Koth, oder 12,1 % der trockenen Nahrung.

Dies ist das nämliche Resultat, wie in meinem ersten Versuche und dem Versuche Nr. 4 von Dr. Bischoff: Der Zusatz von Fleisch hat die Kothmenge nur ganz unwesentlich vermindert. Das gesammte zum Brod gegebene Fleisch fällt der Resorption anheim, denn der Stickstoffgehalt des Kothes [2]) hat sich nicht geändert; vom Brode

1) In 100 Fleisch sind:

	frisch	trocken
Wasser	24,10	—
Stickstoff	3,40	14,11
Asche	1,30	5,39

2) In 100 trockenem Kothe sind:

Stickstoff	3,20
Aetherextrakt	2,96
Alkoholextrakt	8,74
Stärke	26,55
Asche	15,07

wird jedoch dieselbe Menge wie vorher mit dem Kothe entleert. In dem im Tag verzehrten Fleisch und Brod sind 15,8 Stickstoff, im Kothe werden 2,1 = 13,3 % wieder entfernt oder vom Stickstoff des Brodes 17,1 %. Von 22,7 in der Nahrung befindlicher Asche erschienen 9,95 = 43,9 % im Kothe wieder. Die Menge der Stärke im Kothe ist die gleiche wie im ersten Versuche.

In einer dritten Reihe wurden nun zu 1000 Brod 300 Fleisch zugegeben, um zu sehen, ob eine weitere Vermehrung der Fleischzugabe vielleicht eine beträchtlichere Aenderung der Kothmenge hervorruft.

3) 1000 Brod und 300 Fleisch.

Datum 1869	Nahrung		Koth		
	Brod	Fleisch	frisch	Wasser	trocken
3. April	1000	300	83,5	57,7	25,8
4. "	1000	300	192,6	147,3	45,3
5. "	1000	300	263,9	198,2	65,7
6. "	1000	300	399,5	314,9	84,6
7. "	1000	300	264,1	207,1	57,0
8. "	1000	300	429,6	339,3	90,3
9. "	—	—	356,8	276,3	80,5
	6000	1800	1990,0	1540,8	449,2

In der täglichen Nahrung befanden sich 608,8 trockene Substanz (536,5 im Brod und 72,3 im Fleisch), die mittlere tägliche Kothmenge betrug 74,8 Grmm. trocken oder 12,3 % der trockenen Nahrung. Auch hier sehen wir also keine wesentliche Veränderung der Kothmenge; sie ist sogar eher etwas gesteigert, was wir, des gleichen Stickstoffgehaltes des Kothes [1]) mit dem der beiden vorhergehenden Reihen wegen, nicht auf Rechnung der vermehrten Fleischzufuhr setzen können.

---

1) In 100 trockenem Kothe sind:

Stickstoff	3,12
Aetherextrakt	2,47
Alkoholextrakt	7,81
Stärke	22,25
Asche	18,95

Es wurde im Tag 23,0 Stickstoff eingeführt und 2,33 = 10,1 % im Koth ausgeschieden, oder 18,2 % des Brodstickstoffs. Da der Stickstoffgehalt des Kothes sich weder absolut noch procentig gegenüber dem ersten Versuche verändert hat, so ist der Stickstoff des zugesetzten Fleisches völlig in das Blut aufgenommen worden.

Die Nahrung enthielt 26,0 Asche, der Koth 14,2, d. h. 54,5 % der eingeführten; mit dem zunehmenden Fleischzusatze zum Brode tritt in dieser und der vorigen Reihe im Koth absolut und prozentig beträchtlich mehr Asche auf.

Die Quantität der Stärke im Koth ist die gleiche geblieben, wie in den beiden vorigen Versuchen.

Als vierte Reihe folgte nun eine viertägige Fütterung mit rein animalischer Kost, und zwar in der Weise, dass das Eiweiss (oder der Stickstoff) von 1000 Brod in der Form von Fleisch (377 Grmm.) gereicht, das Stärkemehl durch das entsprechende (24 : 10) Quantum Fett (184 Grmm.) ersetzt wurde.

4) 377 Fleisch und 184 Fett.

Datum 1869	Nahrung		Koth		
	Fleisch	Fett	frisch	Wasser	trocken
9. April	377	184	—	—	—
10. „	377	184	—	—	—
11. „	377	184	143,2	99,1	44,1
12. „	377	184	—	—	—
16. „	—	—	?	?	19,7
17. „	—	—	45,4	23,7	21,7
	1508	736	188,6	103,1	85,5

Der Koth vom 11. April war sehr fetthaltig, nicht schwarz wie reiner Fleischkoth, sondern von grauer Farbe, und mit vielen Haaren untermischt; der nach Beendigung der Reihe entleerte Koth enthielt weniger Fett und hatte beinahe das Ansehen wie reiner Fleischkoth. Entweder gewöhnte sich also der Hund erst allmählich an die fettreiche Nahrung, oder es wurde im letzten Falle noch im Dickdarm Fett resorbirt, da der erste Koth (vom 11.) nur 52 Stunden im Darm verweilte, der zweite (vom 16. und 17.) mindestens 100 Stunden.

Im ganzen Kothe befanden sich 6,5 Grmm. Haare; es wurden also in den 4 Tagen 79,0 reiner trockener Koth gebildet.

Da im Tage 274,9 trockene Substanz gegeben worden waren, so betrug die trockene Kothmenge im Tag 19,7 Grmm. oder 7,2 % der trockenen Nahrung.

In der Nahrung befand sich im Tag 12,8 Stickstoff, während nur 0,97 oder 7,6 % davon im Koth [1]) sich fanden.

Die im Kothe ausgeführten Aschebestandtheile betrugen 4,26 Grmm täglich, oder bei einer Zufuhr von 4,90 Grmm. = 86,9 %.

An Fett wurden im Tag 184 Grmm. zugeführt; im Koth erschienen 4,8 Grmm. = 2,6 % unresorbirt wieder.

Die animalische Kost hatte demnach eine wesentliche Verminderung der Kothmenge und auch des mit dem Kothe ausgeschiedenen Stickstoffs, gegenüber der entsprechenden vegetabilischen, bedingt. Denn während dort 70,1 trockener Koth im Tag auftraten, erschienen hier nur 19,7 Grmm.; bei der vegetabilischen Kost gingen 19,5 % des eingeführten Stickstoffs durch den Koth verloren, bei der animalischen nur 7,6 %.

Um endlich zu erfahren, welche Rolle die Stärke des Brodes bei der vermehrten Kothausscheidung spielt, folgte eine dreitägige Fütterungsreihe, bei welcher das Eiweiss von 1000 Brod als Fleisch (377 Grmm.), die Stärke des Brodes als reine Kartoffelstärke (442 Grmm. trocken), welche mit Wasser zu einem steifen Kleister gekocht und zu compakten Kuchen gebacken worden war, gegeben wurde. Dr. Ernst Bischoff hatte bei seinem entsprechenden Versuche Nr. 9 den Stickstoff von 800 Brod in der Form von Fleisch gegeben, aber die Stärke von nur 675 Brod, so dass ansehnlich weniger Koth erschien als bei 800 Brod.

Die Stärkemenge war für den Hund eine sehr grosse; eine erste Reihe mit diesem Futter musste aufgegeben werden, da er das ihm beigebrachte noch einiger Zeit wieder erbrach.

---

1) In 100 trockenem Kothe sind:

Stickstoff	4,92
Aetherextrakt	24,37
Alkoholextrakt	10,40
Asche	21,58

5) 377 Fleisch und 442 trockene (= 522 lufttrockene) Stärke.

Datum 1869	Nahrung		Koth		
	Fleisch	Stärke	frisch	Wasser	trocken
20. Mai	377	442	—	—	—
21. „	377	442	—	—	—
22. „	377	442	168,3	103,5	64,8
23. „	—	—	233,0	136,0	97,0
24. „	—	—	105,5	63,2	42,3
	1131	1326	506,8	302,7	204,1

Der Koth dieser Reihe war in Würsten geformt, aussen mit einer schwarzbraunen dünnen Schichte umgeben, im Innern dagegen grau und fast von dem Ansehen der gefütterten Stärkekuchen, nicht von gleichmässig dünnbreiiger Consistenz wie der Brodkoth. Es wurde bei 533 trockener Nahrung täglich 68,0 trockener Koth geliefert oder 12,8% der Zufuhr.

Der durch den Darm ausgeführte Stickstoff[1]) betrug 11,6% des eingeführten; die Asche des Kothes 56,9% der in der Nahrung vorhandenen.

Stellen wir jetzt die bei diesen 5 Reihen erhaltenen Zahlen des trockenen Kothes und des darin enthaltenen Stickstoffs zusammen, so wird dies die Uebersicht und die Schlussfolgerungen erleichtern.

Nro.	Nahrung	trockner Koth	Stickstoff im Koth
1	1000 Brod	70 = 13%	2,4 = 19%
2	1000 „ 100 Fleisch	66 = 12%	2,1 = 13%
3	1000 „ 300 „	75 = 12%	2,3 = 10%
4	377 Fleisch 184 Fett	20 = 7%	1,0 = 8%
5	377 „ 442 Stärke	68 = 13%	1,5 = 12%

1) In 100 trockenem Kothe sind:

Stickstoff	2,18
Aetherextrakt	1,79
Alkoholextrakt	9,21
Stärke	44,58
Zucker	9,21
Asche	4,10

Wir sehen auch hier wieder bei Brodfütterung die unvollkommene Ausnützung und die ansehnliche Kothmenge, welche auch die eiweissartigen Bestandtheile trifft. Wenn man auch den Stickstoffgehalt des Darmsekretes in Rechnung bringt, so werden von dem Stickstoff des Brodes immer noch 8,5—18,0% nicht resorbirt (diese Zeitschrift 1870 Bd. VI. S. 360). Dieser Stickstoff würde mit der übrigen Masse entfernt werden, wenn er auch in völlig verdaulichen und resorbirbaren eiweissartigen Stoffen enthalten wäre; es ist jedoch möglich, dass er sich in lauter absolut unverdaulichen und unresorbirbaren Eiweisskörpern findet, wie Meissner zu glauben geneigt ist (Jahresbericht 1869 S. 215), was mir aber für die ganze Quantität desselben wenig wahrscheinlich ist, wie ich später noch näher angeben werde.

Der Zusatz von Fleisch zum Brod ändert daran nichts; das Brod wird nicht in grösserer Menge resorbirt, das leicht verdauliche Fleisch aber völlig verwerthet. Die Wassermenge des Kothes bleibt die gleiche wie ohne den Fleischzusatz.

Eine dem Brod entsprechende, aus Fleisch und Fett zusammengesetzte animalische Kost gibt sehr wenig wasserarmen Koth und es werden aus ihr beinahe alle stickstoffhaltigen Stoffe aufgenommen; dies geschieht zum Theil wegen der raschen Verdauung des Fleisches, zum Theil wegen des langen Verweilens im Darm.

Der Zusatz von reiner Stärke, in der Menge wie sie in 1000 Brod enthalten ist, zu einer der Eiweissmenge in 1000 Brod entsprechenden Fleischquantität bewirkte eine ansehnliche Vermehrung des Kothes; es wurde dabei in Versuch 5 so viel entleert, als bei Fütterung mit 1000 Brod. Zugleich wird auch etwas Eiweiss mitgerissen; denn während bei Aufnahme von 377 Fleisch und 184 Fett nur 0,97 Stickstoff mit dem Koth entleert wurden, beträgt hier der Stickstoffverlust 1,49 Grmm. im Tag. Es wird aber weniger mitgerissen als bei Aufnahme der nämlichen Eiweissmenge in der Form von Brod, wobei sich 2,45 Stickstoff im Koth fanden, da das Eiweiss zwischen den Stärketheilchen des Brodes fein vertheilt ist.

Bei gleicher Eiweissmenge sind also zwei Nahrungsmittel nicht immer äquivalent, denn es können dabei sehr ungleiche Quantitäten

von Eiweiss resorbirt werden; ferner wirken 240 Stärke in dieser Beziehung ganz anders wie 100 Fett.

Aus dieser Beobachtung geht wiederum zur Evidenz hervor, dass das Stärkemehl die reichliche Kothmenge nach Brodfütterung bedingt. Nach den Versuchen von Dr. Bischoff geht die Stärke im unteren Theile des Dünndarms, wo die Säfte alkalisch reagiren, eine Zersetzung in niedere Fettsäuren, grösstentheils Buttersäure ein, was offenbar die rasche Entleerung hervorruft. Schon Frerichs hat Stärkekleister oder Zucker, in abgebundene Dünndarmschlingen eingefüllt oder mit ausgewaschener Dünndarmschleimhaut in Berührung, rasch sauer werden und in Milchsäure und Buttersäure übergehen sehen. Der bei der Ernährung kleiner Kinder so häufig angewandte Mehlpapp ist offenbar wegen dieser sauren Gährung des Stärkemehls von so schädlichen Folgen, während der bei Herstellung der Liebig'schen Kindersuppe daraus erzeugte Zucker rasch resorbirt wird.

Man darf jedoch nicht übersehen, dass ein grosser Unterschied besteht, je nachdem man das Stärkemehl in der Form von gelockertem Brod oder von festen Kuchen gibt. Die Kuchen geben im Allgemeinen nicht so viel Koth als das Brod. In dem Versuche Nr. 9 von Dr. Bischoff bekam der Hund so viel Stärke zu Kuchen gebacken, als in 675 Brod enthalten ist, wobei im Tag nur 17,1 trockener Koth erschienen, ungleich weniger, als bei Fütterung mit 675 Brod erschienen wären. Auch die vielen von Prof. Voit ausgeführten Versuche mit Stärkefütterung zeigten, dass dabei die trockene Kothmenge gewöhnlich nicht gross ist (im Mittel 14 Grmm. im Tag) und etwa viermal weniger beträgt als bei Brodfütterung, wenn sie auch etwas grösser ist, als bei ausschliesslicher Fütterung mit Fleisch (im Mittel 10 Grmm. im Tag).

Ich stelle als Beleg die täglichen Kothmengen einiger Reihen mit Stärke- und Brodfütterung zusammen:

Stärkefütterung:

Datum	Nahrung		Koth		
	Fleisch	Stärke	frisch	trocken	% trocken
31. März — 2. April 1861	1800	450	35,5	14,2	40,0
8. — 13. Juli 1863	1500	200	59,2	18,0	30,4
29. — 31. März 1861	800	450	39,5	16,5	41,7
17. — 22. Febr. 1865	800	250	58,1	13,8	23,7
14. — 22. Juni 1865	500	250	41,8	11,8	28,2
25. Mai — 20. Juni 1866	500	250	35,0	14,1	40,2
17. April — 8. Mai 1862	500	200	23,5	7,6	32,4
21. Mai — 3. Juni 1862	500	200	24,8	8,6	34,6
13. — 20. Juli 1863	400	400	54,3	14,1	25,8
25. — 28. Febr. 1861	400	250	33,0	10,8	32,6
3. — 5. Mai 1861	0	700	76,6	18,7	24,4
22. — 24. März 1865	0	500	94,3	16,2	17,2
27. — 29. März 1861	0	450	51,7	19,2	37,1

Brodfütterung:

Hund	Datum	Brod	Koth		
			frisch	trocken	% trocken
I 34 Kilo	20. — 26. Juli 1863	900	339,1	67,9	20,0
	6. — 12. Octbr. 1857	857	377,5	76,1	20,2
	6. — 9. März 1861	800	280,6	68,7	24,5
	29. Sept. — 9. Nov. 1858	773	222,5	51,0	22,9
II 30 Kilo	19. — 28. März 1869	978	335,0	70,1	20,9
	27. Nov. — 16. Dec. 1867	800	262,9	59,7	22,7
III 28 Kilo	26. Mai — 8. Juni 1858	686	209,3	48,2	23,0
IV 22 Kilo	5. — 8. Dec. 1859	1054	592,3	106,1	17,9

Es frägt sich, woher diese Differenz in der Quantität des frischen und trockenen Kothes bei Fütterung mit Kuchen oder mit Brod rührt. Es ist nicht schwer, die Antwort darauf zu finden.

Ich habe schon auf das ungleiche Aussehen der beiden Kothsorten aufmerksam gemacht. Der Brodkoth ist von gelbbrauner Farbe, ganz gleichmässig weich und von vielen Gasbläschen durchsetzt; er enthält viel Wasser, im Mittel 79%, gegen 26% unveränderte Stärke, jedoch keinen Zucker, er reagirt sehr stark sauer und gibt viel Buttersäure. Anders ist der Koth nach Stärkekuchenfütterung; wird Stärke allein gegeben, so ist derselbe ähnlich dem

Brodkoth, gelbbraun, aber meist etwas consistenter, nicht so stark sauer reagirend und mit weniger Gasbläschen; bei Zusatz von Fleisch ist er nicht mehr so weich, im Mittel 67 % Wasser enthaltend, zu schwarzbraunen Würsten geformt, schwach sauer reagirend. Bei Darreichung von wenig Fleisch und viel Stärke, wie in meinem Versuche 5, besteht das Innere der Kothwürste aus grauen, ziemlich unveränderten Klümpchen der gallertartigen Stärkekuchen; in diesem Kothe befinden sich dann grosse Mengen (45 %) unveränderter Stärke und es lässt sich mit Wasser ziemlich viel Traubenzucker (9,21 %) daraus auslaugen.

Die Stärke des durch die Kohlensäure gelockerten und durch das Kauen fein zertheilten Brodes geht offenbar im Darme in grösserer Menge in Gährung über, da die Oberfläche, an der die Wirkung stattfindet, eine bedeutendere ist. Es wird in der Zeiteinheit mehr Säure erzeugt; darum findet nach Brodgenuss viel rascher eine Kothentleerung statt, meist zweimal des Tags, und der Koth enthält darum viel Wasser und viel Säure. Der erste Brodkoth erscheint gewöhnlich 20 Stunden nach der Aufnahme des Brodes; bei Fleischkost währt es meist 3—4 Tage bis zur Kothentleerung. Der Brodkoth enthält 32 % Wasser mehr als das verzehrte Brod; der Fleischkoth 30 % Wasser weniger als das Fleisch.

Die wasserreichen Stärkekuchen dagegen haben die Consistenz einer steifen Gallerte und werden von dem Thiere in grossen Stücken verschlungen, nicht fein gekaut wie das trockene Brod Die käseartigen Stücke werden nun von Aussen nach Innen zu allmählich verändert, aber der kleinen Oberfläche halber nur langsam; die in der Zeiteinheit erzeugte Säuremenge ist daher klein und es währt längere Zeit bis zur Entleerung. Die Kothmenge ist dieses für die Verdauung und Resorption günstigen Zeitgewinnes halber in den meisten Fällen ansehnlich geringer als bei der Zufuhr einer entsprechenden Brodquantität. Der Koth ist deshalb consistenter, stickstoffreicher, weniger sauer und nicht mit Gasblasen durchsetzt, es ist die Zeit gegeben, die im Moment vorhandene Säure, das Gas und das Wasser zu resorbiren. Nur wenn übermässig viel Stärke in der Form von Kuchen dargereicht worden ist, tritt wie bei der Brodfütterung viel Koth auf, nicht wegen rascher Entleerung durch

excessive Säurebildung und Anregung der peristaltischen Bewegung des Darms, sondern weil mehr Stärke vorhanden ist, als verändert werden kann; darum ist dieser Koth fest, relativ arm an Wasser (60%) und Stickstoff, nur schwach sauer, und er verweilt viel länger im Darm als der Brodkoth. In diesem Falle finden sich Stücke unveränderten Stärkekuchens im Koth mit sehr viel Stärke und auch Zucker; letzterer ist durch die in die festen Stücke des Kuchens eingedrungenen Verdauungssäfte entstanden, woraus er nicht so leicht ausgelaugt werden kann, als aus dem feinkrümeligen Brodchymus.

Es ist also für die Verwerthung des Mehls der Getreidearten von Bedeutung, in welcher Form es dem Darm dargeboten wird; als Brod macht es mehr Koth und kann nur in geringerer Menge in die Säfte aufgenommen werden wie als Kuchen. Brod wird gegen habituelle Stuhlverstopfung gegessen; die Bauern in Altbayern und Schwaben nähren sich vorzüglich von fetten compakten Nudeln, Knödeln, Spätzlein oder Schmarren, von denen aus obigem Grunde von guten Verdauungsorganen mehr bewältigt werden kann, als vom Brode, von dem in manchen Gegenden nur äusserst wenig verzehrt wird. Es ist dies wiederum ein Beweis, dass über den Ernährungswerth einer Substanz nicht ausschliesslich deren chemische Zusammensetzung, sondern auch noch manches Andere entscheidet.

Bei Fütterung mit Fleisch ist der spärliche Koth zum geringsten Theile ein unresorbirter Rest des gefressenen Fleisches, 2500 Fleisch machen kaum mehr trockenen Koth als 500. Ein Zusatz von Zucker ändert weder in der Quantität noch Qualität des Kothes etwas; der Zucker wird in kurzer Zeit völlig resorbirt. Ein Zusatz von Stärke, vorzüglich in der Form von Brod, ändert dagegen Menge und Beschaffenheit des Kothes; derselbe nähert sich immer mehr der Zusammensetzung des Futters und nimmt an Menge mit der Menge des Futters zu.

In der Reihe Nr. 9 von Dr. Bischoff entleerte der Hund bei 302 Fleisch und 298 trockener Stärke 17,1 trockenen Koth = 4,5% der trockenen Nahrung; in der von mir ausgeführten Reihe Nr. 5 bei 377 Fleisch und 442 trockener Stärke die 4fache

Menge, nämlich 68,0 trockenen Koth = 12,8% der trockenen Nahrung.

Bei Fütterung mit 800 Brod lieferte der Hund (in den Versuchen von Dr. Bischoff) im Mittel 56 trockenen Koth, bei 978 Brod 70 trockenen Koth. Prof. Voit hatte einen 22 Kilo schweren Hund, der sehr grosse Mengen Brod verzehrte; bei Aufnahme von 1054 Brod schied er 106 trockenen Koth ab.

Wegen der reichlichen Kothentleerung ist es schwierig, mit Brod einen thierischen Organismus auf einem guten Eiweissstande zu erhalten. Die Hunde geben dabei in den meisten Fällen von ihrem Körper Eiweiss ab, wenn sie auch nach den Untersuchungen von Pettenkofer und Voit kein Fett einbüssen; sie verlieren an Eiweiss, obwohl ein beträchtlicher Theil des Brodes unbenützt wieder abgeht, und der Stickstoff des Brodkothes häufig genügen würde, den Verlust zu decken. Der von Bischoff senior und Voit benützte Hund reichte nach 41 Tagen noch nicht aus; ebenso befand sich der Hund von Dr. Bischoff, obwohl er schliesslich äusserst abgemagert war, immer noch nicht mit 800 Brod im Stickstoffgleichgewicht. Dieses Gleichgewicht würde in obigen Fällen wohl nie erreicht worden sein, auch nicht beim herabgekommensten Zustande, nicht weil das Thier an Fett abnimmt und die relative Zunahme des Fleisches am Körper den Umsatz steigert, sondern vielmehr weil der Körper bei der geringen Eiweissmenge des Brodes wie beim Hunger fortwährend Organeiweiss verliert, von dem sehr viel abgegeben werden kann, bis es einmal in der Abnahme des Umsatzes merkbar ist.

Nur wenn der Hund sehr viel Brod frisst, dann kann er sich damit ernähren, aber nur unter nutzloser Aufopferung eines grossen Theils des verzehrten Brodes, der als Koth abgeht. Ein von Prof. Voit beobachteter Hund von 22 Kilo Gewicht frass täglich 1054 Brod und setzte dabei 6 Grmm. Fleisch an, aber er entleerte auch 106,1 trockenen Koth mit 3,1 Stickstoff, d. h. 17% der trockenen Nahrung mit 23% des Stickstoffs derselben. Magendie hat bekanntlich beobachtet, dass ein mit Weizenbrod gefütterter Hund nach etwa 50 Tagen mit allen Zeichen der Atrophie zu Grunde geht, während ein Hund, der schwarzes Soldatenbrod erhält, sich

sehr wohl befindet; es ist sehr wahrscheinlich, dass die Hunde von dem weissen Weizenbrod nicht genug zu sich nehmen, um sich zu ernähren.

Es geht daraus hervor, dass es unvortheilhaft ist, wenn man einen Organismus mit Brod allein zu ernähren sucht; denn man muss ganz ungeheure Massen geben, bis der Körper kein Eiweiss mehr einbüsst. Eine kleine Menge eines eiweissreichen Nahrungsmittels (z. B. von 100 Fleisch in Dr. Bischoff's Versuch Nr. 4) macht eine sonst ungenügende Menge von Brod für einen Hund zur ausreichenden Nahrung. Auch ein Mensch kann wohl nicht von Brod allein leben; es wird stets ein eiweissreiches Nahrungsmittel, z. B. Käse, Milch, Fischfleisch, ein eiweissreicher Pflanzentheil etc. etc. dazu gegessen. Boussingault sagt in den Annal. de Chim. et de Phys. T. 67. p. 413 treffend: „Die Herbivoren können nur deshalb von Cerealien allein leben, weil ihre Organisation, ihr längerer Intestinaltraktus, ihnen die Aufnahme bedeutender Quantitäten gestattet. Ich zweifle sehr, ob der Mensch von Brod allein sich ernähren könnte. Man irrt daher sehr, wenn man unseren gebräuchlichsten Nahrungsmitteln das grösste Nährvermögen zuschreibt. Der Elsässer lebt nicht von Erdäpfeln allein, sondern geniesst immer auch viel Milch, ebenso verzehren die Bewohner von Reisländern neben dem Reis auch Fleisch oder Mehlspeisen. Wenn dagegen der Indier wirklich nur durch Reis sich ernährt, so bemerkt schon Lequerri, dass sie enorme Quantitäten davon nehmen und dass es den Europäern unmöglich wäre, so viel zu essen.“ [1])

Trotz der beständigen Abnahme an Fleisch oder Eiweiss bei Brodkost nimmt das Thier doch in den wenigsten Fällen entsprechend an Gewicht ab, sondern sogar häufig zu. Da dabei kein Ansatz oder keine Abgabe von Fett (nach den Versuchen von Pettenkofer und Voit) stattfindet, so muss der Körper, wie Bischoff und Voit schlossen, absolut oder relativ reicher an Wasser geworden sein. Die verschiedenen Brodreihen ergaben in dieser Beziehung Folgendes:

---

1) Siehe hierüber auch die Bemerkungen von Voit (Sitz.-Ber. d. bayer. Acad. vom 4. Dez. 1869 S. 10—13).

Hund	Datum	Zahl der Versuchstage	Aenderung im Gewicht	Aenderung im Fleisch	
				frisch	trocken
I	6. — 12. Oct. 1857	6	— 296	— 924	—228
I	29. Sept. — 9. Nov. 1858	41	— 531	—3717	—896
I	6. — 9. März 1863	3	+ 974	— 326	— 79
I	20. — 26. Juli 1863	6	+ 892	— 177	— 43
II	8. Febr. — 7. April 1868	59	+ 690	—1341	—323
III	26. Mai — 8. Juni 1858	13	— 701	—1085	—261
IV	5. — 8. Dec. 1859	3	+1308	+ 17	+ 4

Bei Darreichung von Brod wird immer ansehnlich mehr Wasser aufgenommen, als bei anderer Ernährungsweise; dieser Ueberschuss ist vor Allem nöthig, um das im Koth in so grosser Menge befindliche Wasser zu liefern oder zu ersetzen, und auch um den Wasseransatz zu decken. Nur bei Verzehren bedeutender Fleischquantitäten wird im Fleische viel Wasser eingeführt, aber dann im Harn wieder entfernt, wo es zur Ausscheidung der grossen Harnstoffmengen nöthig ist. Ich führe einige Beispiele dafür an.

Hund	Datum	Nahrung	Wasser	Wasser im Harn	Wasser im Koth	Harnstoff
I	6. — 12. Oct. 1857	857 Brod	1206	444	301	30
I	29. Sept. — 9. Nov. 1858	773 „	1101	680	167	25
I	6. — 9. März 1863	800 „	1151	366	212	26
I	20. — 26. Juli 1863	900 „	1360	632	271	23
III	26. Mai — 9. Juni 1858	686 „	1585	796	161	22
IV	5. — 8. Dec. 1859	1054 „	1312	477	486	22
I	3. Juni — 13. Juli 1862	500 Fleisch 200 Fett	760	322	25	35
I	21. Mai — 8. Juni 1862	500 „ 200 Stärke	646	369	16	38
I	1. — 21. Juni 1863	1500 „	1238	901	10	106

Folgt auf die Fütterung mit Brod eine eiweissreichere Nahrung, z. B. Fleisch, so wird das bei ersterer aufgehäufte Wasser in den ersten Tagen im Harn wieder abgegeben, so dass manchmal in diesem mehr Wasser erscheint, als eingenommen worden ist. Dies zeigen die von Bischoff und Voit ausgeführten beiden Fleischreihen nach Brodkost, die ich mir hieher zu setzen erlaube.

Nro.	Datum	Wasser in der Nahrung	Wasser im Harn
1	12. October 1857	1333	1239
	13. " "	1341	1177
	14. " "	1340	1110
	15. " "	1346	1113
	16. " "	1345	903
2	9. November 1858	1579	1698
	10. " "	1371	1349
	11. " "	1676	1511
	12. " "	1503	1224
	13. " "	1706	1313
	14. " "	1384	1101

Dieses Wässerigwerden des Körpers bei ungenügender Zufuhr von Eiweiss ist von grosser Bedeutung. Es macht den Körper weniger widerstandsfähig gegen äussere Schädlichkeiten. Schlecht genährte, wasserreiche Menschen werden deshalb nach Pettenkofer's Bemerkung leichter von gewissen Krankheiten befallen; sehr interessant und offenbar hierher gehörig ist die Beobachtung von Salvator Tommasi [1]), nach der die Pächter der oberitalienischen Reisfelder, die sich gut nähren, ein hohes Alter erreichen, die Taglöhner aber, welche Reis als alleinige Nahrung haben, vor der Zeit Erschöpfungskrankheiten erliegen.

II. Brodversuche am Menschen.

Ich habe vorher ausgesprochen, dass das Brod allein für den Menschen für die meisten Fälle wohl so wenig eine Nahrung ist wie für den Hund, wenn es auch ein treffliches Nahrungsmittel sein mag. Direkte Versuche über die Nahrhaftigkeit des Brodes sind am Menschen, so viel ich weiss, nur von William Stark im Jahre 1789 an sich selbst angestellt worden. Derselbe lebte nämlich 42 Tage lang täglich von 566—849 Brod, wobei er um 17 Pfund an Körpergewicht abnahm; ass er täglich 736—962 Brod und 113 bis 226 Zucker, so verlor er in 28 Tagen 3 Pfund an Gewicht; er

1) Salvator Tommasi, Sommario della clinica medica di Pavia, Napoli 1864. 12. 13.

nahm dagegen an Gewicht zu bei 849 Brod und 1800 Milch. Es fehlt also nach diesen Versuchen bei Brodgenuss auch beim Menschen an Eiweiss.

Nachdem wir beim Hunde einen so grossen Unterschied in dem Nährwerth je nach der Zubereitung eines Nahrungsmittels kennen gelernt hatten, lag es nahe, hierüber am Menschen Versuche anzustellen. Wir verzehren nämlich das Mehl auf mannigfache Weise zu Brod zubereitet, und wir bedienen uns der Samen verschiedener Getreidearten zur Herstellung desselben. Da nun das Brod eines der beliebtesten und am häufigsten gebrauchten Nahrungsmittel ist, so ist es von grosser national-ökonomischer Bedeutung, über den Werth der einzelnen Sorten desselben etwas Sicheres zu erfahren. Es liegen in dieser Richtung wohl einige spärliche Versuche an Hunden vor; im Uebrigen hat man meistentheils aus chemischen Analysen Schlüsse auf die Nahrhaftigkeit verschiedener Brodsorten gezogen, und denjenigen Mehlen, welche die grösste Menge von Stickstoff oder Aschebestandtheilen enthielten, den grössten Werth zugeschrieben. Man hat aber neuerdings erfahren, wie gewagt solche Uebertragungen sind; es muss immer der Organismus selbst entscheiden, wie sich eine Substanz verhält, da in ihm die Bedingungen häufig ganz andere sind, als man voraussetzt.

Ich habe, der Aufforderung des Herrn Prof. Voit entsprechend, vorläufig eine dieser Fragen am Menschen zu beantworten gesucht, nämlich die: von welcher der gebräuchlichsten Brodsorten wird bei Verzehrung gleicher Mengen Trockensubstanz am meisten im Darm aufgenommen; ich habe zu dem Zwecke weisses Weizenbrod (Semmel), Münchener Roggenbrod (aus Roggenmehl und niederen Sorten Weizenmehl gebacken), Horsford-Liebig'sches Roggenbrod aus der hier bestehenden Brodfabrik von Rauber und Hänlein, und endlich Brod von ganzem Korn (norddeutsches Schwarzbrod) ausgewählt.

Das Versuchsindividuum war bald gefunden in Gestalt eines kräftigen, gut genährten jungen Mannes, dessen Verdauungswerkzeuge, ich kann es wohl sagen, zu den bevorzugten gehören, und welcher überdies alle vier Brodsorten, mit denen experimen-

tirt werden sollte, durch eigenen, länger fortgesetzten Gebrauch kannte.

Jeder Versuch mit einer Brodsorte währte 4 Tage. Das zu geniessende Brod war mit Ausnahme des norddeutschen Schwarzbrodes, das ich mir gleich in genügender Menge kommen liess, den Tag vorher gebacken. Es wurde, um die Quantität des trockenen Brodes genau zu erfahren, nur die von der Rinde befreite Krume gegessen; an jedem Tage wurden 1—2 Trockenbestimmungen gemacht, und so die Menge der eingeführten trockenen Masse eruirt.

Es konnte nicht soviel Brod eingeführt werden, als nöthig gewesen wäre, den Organismus des Individuums vollständig zu ernähren. Um das für einen an so massenhaften Brodgenuss nicht gewöhnten Magen schon ziemlich beträchtliche Quantum (gegen 800 Gmm.) leichter bewältigen zu können, wurden bei allen 4 Reihen noch 50 Gmm. Butter und 2 Liter Bier auf die täglichen Mahlzeiten gleichmässig vertheilt.

An dem jedem ersten Versuchstage vorausgehenden Tage nahm das Individuum Mittags die letzte Mahlzeit, ausschliesslich aus Fleisch bestehend, zu sich, und hungerte von da ab bis zum Beginne des Versuches in der Frühe des nächsten Tages. Am letzten d. h. am vierten Tage einer Versuchsreihe wurde die letzte Portion Brod Nachmittags um 3 oder 4 Uhr eingenommen und dann bis zum Vormittag des folgenden Tages nichts mehr gegessen; dann wurde ein Beefsteak ohne Brod oder sonstige stärkmehlhaltige Substanzen verzehrt. Auf diese Weise geschah, bei der Gewöhnung, alle Tage den Koth zu bestimmten Stunden zu entleeren, eine Abgrenzung des Kothes, so genau, als sie nur gewünscht werden kann. Wie bei den Versuchen am Hunde wurde nur die Zufuhr und das als Koth wieder Abgegebene in Betracht gezogen.

1) Horsford-Liebig'sches Roggenbrod, täglich 800 Grmm. mit 50 Butter und 2 Liter Bier.

Dieses Brod (ohne Kleie) ist bekanntlich ohne Sauerteig, mit Hülfe von Kohlensäure gelockert, die aus doppelt kohlensaurem Natron durch sauren phosphorsauren Kalk mit Magnesia (unter Zusatz von Chlorkalium) entwickelt wird; die angegebenen Salze sollen

zugleich als Nährsalze dienen. Die Bereitungsweise dieses Brodes hat Liebig in der Beilage zur Augsburger Allgemeinen Zeitung Nr. 353 vom Jahre 1868 genau beschrieben.

Tag	Datum 1869	Koth		
		frisch	Wasser	trocken
1	21. Juli	60,5	50,6	9,9
2	22. „	34,2	27,4	6,8
		208,1	169,2	38,9
3	23. „	131,1	104,7	26,4
4	24. „	139,6	107,2	32,4
		199,6	159,1	40,5
	25. „	265,1	224,6	40,5
		31,8	25,0	6,8
		1070,0	867,8	202,2

Das Essen dieses Brodes[1]) macht keine Mühe, es schmeckt gut und wird, bis auf wenige Blähungen, ohne irgend eine Beschwerde vertragen. Das Individuum befindet sich während der Versuchsreihe wohl, nur dass stets grosser Hunger empfunden wird, der sich besonders Morgens fühlbar macht und mit jedem Tage heftiger wird.

Der Koth[2]) ist von gelber Farbe, schaumig, von wechselnder Consistenz; er reagirt sauer. Stärkebestimmungen wurden im Koth nicht versucht; nach dem, was ich bei Mittheilung der Brodversuche am Hunde über solche Analysen im Kothe gesagt habe, wird man dieselben hier wohl schwerlich vermissen.

Es wurde täglich 800 frisches = 436,8 trockenes Brod ein-

1) Wasser im Brode

	1.	2.	
21. Juli	44,6	45,2	45,4 %
22. „	47,3	47,3	
23. „	44,6	43,1	
24. „	45,9	—	

Stickstoff im trockenen Brode 1,98 %

Asche im trockenen Brode 5,61 / 5,69 } 5,65 %.

2) Wasser im Koth 76,8—84,7, Mittel 80,4 %

Stickstoff im trockenen Koth 5,57 %

Asche im trockenen Koth 18,94 / 18,31 } 18,62 %.

geführt, worauf im Mittel 267,5 frischer = 50,5 trockener Koth entleert wurde, d. i. 11,5 % des trockenen Brodes.

An Stickstoff wurden im Tag 8,66 Grmm. aufgenommen, während mit dem Kothe 2,81 Grmm. wieder ausgeschieden wurden, oder 32,4 % des im Brod enthaltenen.

An Asche enthielt das Brod im Tag 24.68 Gmm., im Kothe erschienen 9,41 Gmm. wieder, oder 38,1 % der verzehrten Aschebestandtheile.

Indem ich so den Stickstoff und die Asche des Kothes als vom Brod allein herrührend betrachte, vernachlässige ich die etwa mit ausgeschiedenen Residuen der Darmsäfte vollständig. Ich begehe damit allerdings einen Fehler, dessen Grösse ich bei der Unbekanntschaft mit der Menge und Zusammensetzung der im Kothe enthaltenen Darmexkrete nur annähernd kenne. Allein der Fehler ist in allen vier Reihen der gleiche, da das Individuum immer unter denselben Bedingungen lebte, und dieselbe Menge Brod zu sich nahm, so dass eine Vergleichung der Versuchsresultate der verschiedenen Reihen unter einander möglich ist.

2) Münchener Roggenbrod, täglich 816,7 Grmm. mit 50 Butter und 2 Liter Bier.

Dasselbe wird aus gebeuteltem Roggenmehl, mit Zusatz von grobem Weizenmehl mit Sauerteig bereitet.

Tag	Datum 1869	Koth		
		frisch	Wasser	trocken
1	27. Juli	44,8	39,3	5,5
2	28. „	66,2	53,2	9,0
		245,6	204,4	41,2
3	29. „	265,5	237,5	28,0
		59,9	48,2	11,7
4	30. „	126,6	96,9	29,7
		120,2	101,0	19,2
	31. „	301,2	272,2	29,0
		14,5	10,7	3,8
		1240,5	1063,4	177,1

Das Brod[1]) schmeckt nicht besonders und bekommt auch anscheinend nicht so gut als das Horsford-Liebig'sche. Die letzten Bissen konnten immer nur mit Ueberwindung und Ekel gegessen werden. Ziemlich starke Blähungen traten auf. Hungergefühl wie bei dem vorigen Versuche.

Der Koth[2]) ist wie bei dem ersten Versuche gelb, schaumig und meist von der Consistenz eines dicken Breies; er reagirt sauer.

Auf den Tag treffen 816,7 frisches = 438,1 trockenes Brod, wogegen 310,1 frischer = 44,2 trockener Koth ausgeschieden wurden, d. i. 10,1 % des eingeführten trockenen Brodes.

438,1 trockenes Brod gaben 10,47 Stickstoff; der Koth enthielt 2,33 Stickstoff, also 22,2 % des Stickstoffes der Nahrung.

Es wurden 18,05 Asche in der Nahrung geboten, und dagegen 5,50 Asche im Koth entfernt, oder 30,5 % der eingeführten Asche.

3) Weisses Weizenbrod (Semmel), täglich 736,2 Grmm. mit 50 Butter und 2 Liter Bier.

Dieses Gebäcke, das wir jedoch wegen der Kleinheit der gewöhnlichen Semmel und des dadurch bedingten sehr ungleichen Wassergehaltes in grösseren Broden von etwa 600 Grmm. Gewicht anfertigen liessen, wird aus feinem Weizenmehl mit Wasser und Hefe hergestellt.

---

1) Wasser im Brode 46,35 % (Voit)
Stickstoff im trockenen Brode 2,39 % (Voit)
Asche im trockenen Brode 4,12 % (Voit).

2) Wasser im Koth 73,7—89,4, Mittel 83,4 %
Stickstoff im trockenen Koth $\left.\begin{matrix}5,38\\5,16\end{matrix}\right\}$ 5,27 %
Asche im trockenen Koth $\left.\begin{matrix}12,53\\12,46\end{matrix}\right\}$ 12,49 %.

Tag	Datum 1869	Koth		
		frisch	Wasser	trocken
1	9. August	—	—	—
2	10. „	118,5	106,8	11,7
		54,5	42,7	11,8
3	11. „	266,1	235,4	30,7
		27,2	22,4	4,8
4	12. „	199,2	181,4	17,8
		16,6	12,6	4,0
	13. „	169,5	150,2	19,3
		851,6	751,5	100,1

Das Brod[1]) schmeckt und bekommt vortrefflich, das Individuum fühlt sich vollkommen wohl dabei, abgesehen von bedeutendem Hungergefühl, besonders des Abends, welches am letzten Abende fast unerträglich wird. Die Blähungen sind nur unbedeutend.

Der Koth[2]) ist des Morgens stets dünn, schaumig, von gelber Farbe; des Nachmittags bedeutend consistenter, aussen mit einem braunen Ueberzuge. Die Reaktion desselben ist sauer.

736,2 frisches = 439,5 trockenes Brod ergaben 212,9 frischen = 25,0 trockenen Koth, d. i. 5,6 % des verzehrten trockenen Brodes.

An Stickstoff wurden im Tag 8,83 Grmm. eingeführt, dagegen 1,76 Grmm. im Koth ausgeschieden oder 19,9 % des eingeführten.

---

1) Wasser im Brode

9. August 41,8
10. „ 38,5
11. „ 40,6
12. „ 40,4
} 40,3 %

Stickstoff im trockenen Brode 1,91, 2,12 } 2,01 %

Asche im trockenen Brode 2,33, 2,23 } 2,28 %.

2) Wasser im Koth 75,9 — 91,0, Mittel 84,9 %

Stickstoff im trockenen Koth 7,19, 6,93 } 7,06 %

Asche im trockenen Koth 12,25, 11,93 } 12,14 %.

In der Nahrung befanden sich 10,02 Asche, im Koth 3,03 Asche, oder 30,2 % der ersteren.

4) Norddeutsches Schwarzbrod, Pumpernickel, täglich 756,6 Grmm. mit 50 Butter und 2 Liter Bier.

Zwischen der vorigen und dieser Reihe trat, durch die Herbstferien bedingt, eine längere Pause ein, in welcher das Versuchsindividuum Zeit hatte, sich von der Semmelkur zu erholen. Da während dieser Zeit täglich Pumpernickel gegessen wurde, erzielten wir den Vortheil, dass die Verdauungsorgane sich wieder an dies nach längerem Nichtgebrauch schwer zu vertragende Gebäck gewöhnten, und sie also wohlgerüstet an den Versuch gingen.

Das Verfahren beim Backen dieses in vielen Gegenden von Norddeutschland gegessenen kleienhaltigen Schwarzbrodes[1]) ist folgendes: 1 Scheffel Roggen-Oldenburgisch Maass (etwa 35—36 Zollpfund) wird gemahlen und die Kleie nicht abgebeutelt. Von diesem Mehl wird ungefähr die Hälfte in einem Backtroge mit so viel kochendem Wasser zusammengebracht, dass es mit demselben durchgeknetet werden kann. Ist dies geschehen, so wird es, in einer Ecke des Troges in einen Haufen zusammengeballt, mit einer dicken Decke zur Verhinderung der Abkühlung zugedeckt und an einem mässig warmen Orte bis zum anderen Morgen sich selbst überlassen. Hierauf wird es erst mit der noch übrigen zweiten Hälfte des Mehles und einem etwa handgrossen Stücke Sauerteig[2]), sowie der nöthigen Menge Wasser stark durchgeknetet. Der so

1) Es ist dies nicht der eigentliche sogenannte Pumpernickel, doch wenig von diesem verschieden; der Pumpernickel ist noch schwärzer und dichter. Das hier gemeinte Schwarzbrod, für welches ich im Folgenden der Kürze halber den Namen Pumpernickel gebrauchen werde, liess ich mir aus der Umgegend von Oldenburg kommen.

2) Liebig sagt in Nr. 11 des Jahrgangs 1868 der Augsburger Allgemeinen Zeitung: „Das Kleienbrod wird in den Gegenden, wo es üblich ist, ohne Anwendung eines Fermentes (Sauerteig) dargestellt und seine Bereitung beruht auf der Erfahrung, dass ein Teig von Roggenschrot von selbst in Gährung übergeht.“ Der Teig geht allerdings von selbst in Gährung über; aber im Oldenburger Land, welches mitten in der Gegend liegt, wo das Kleienbrod zu Hause ist, wird, soviel ich weiss und soviel ich durch Erkundigungen habe erfahren können, überall bei der Bereitung des Brodes auch noch Sauerteig angewendet.

bereitete Teig wird in Brode von verschiedener Grösse geformt, auf dem Lande etwa von 1 Fuss Breite, 3/4 Fuss Dicke und 2 1/2 Fuss Länge. Die Laibe werden auf Brettern in den Ofen gebracht und verbleiben darin bis zur Bildung einer Rinde; dann werden sie wieder herausgenommen, die Oberfläche mit Wasser gewaschen und abermals in den Ofen gebracht, dessen Thür nun mit Lehm zugekittet wird. Nach etwa 4 Stunden ist das Brod gar gebacken; es ist dunkelbraun, fast schwarz, dicht und schwer, und man findet darin einzelne vom Mahlprocess noch ganz intakte Roggenkörner vor.

Tag	Datum 1869	Koth		
		frisch	Wasser	trocken
1	18. November	100,6	82,6	18,0
2	19. „	329,2	272,6	56,6
3	20. „	561,0	464,9	96,1
4	21. „	426,4	358,3	68,1
	22. „	126,6	108,8	17,8
		423,8	353,1	70,7
		1967,6	1640,3	327,3

Das Brod[1]) schmeckte dem Versuchsindividuum, da es heimatliches und von Jugend auf gegessen worden war, wie leicht zu begreifen ist, ganz ausgezeichnet und besser als alle vorigen Brodsorten. Dabei war das Befinden gut, und während bei allen vorigen Brodsorten mehr oder weniger Hungergefühl auftrat, wurde bei diesem Versuche fast nichts davon verspürt, selbst nicht am letzten Tage. Auf die Erklärung dieser der grossen Kothmenge scheinbar widersprechenden Thatsache kommen wir unten zu sprechen. Blähungen waren zwar auch noch vorhanden, aber unbedeutend.

---

1) Wasser im Brode

18. Nov.	44,6	44,1 %
19. „	43,3	
20. „	43,5	
21. „	44,8	

Stickstoff im trockenen Brode 2,22, 2,23 } 2,22 %

Asche im trockenen Brode 1,91, 1,96 } 1,93 %.

Der Koth [1]) stellt einen dicken, körnigen, bröckligen Brei dar von dunkler, schmutzig brauner Farbe; die Reaktion desselben ist sauer.

Die täglichen Einnahmen und Ausgaben im Koth verhielten sich folgender Maassen: 756,6 frisches = 422,7 trockenes Brod lieferten 491,9 frischen = 81,8 trockenen Koth, das sind 19,3 % des verzehrten trockenen Brodes.

An Stickstoff wurden 9,38 Grmm. aufgenommen und 3,97 oder 42,3 % im Koth wieder abgegeben.

422,7 trockenes Brod enthalten 8,16 Asche, während 81,8 trockener Koth 7,89 Asche ergeben; es wurden also 96,6 % der eingeführten Asche mit dem Kothe entleert.

In den folgenden Tabellen sind die Resultate der vier Versuchsreihen zusammengestellt. [2])

Prozentiger Wasser-, Stickstoff- und Aschegehalt.

Nro.	Brod			Koth		
	Wasser	Stickstoff im trocknen	Asche [3]) im trocknen	Wasser	Stickstoff im trocknen	Asche im trocknen
1	45,4	1,98	5,65	80,4	5,57	18,62
2	46,3	2,39	4,12	83,4	5,27	12,49
3	40,3	2,01	2,28	84,9	7,06	12,14
4	44,1	2,22	1,93	83,5	4,83	9,65

---

1) Wasser im Koth 82,1—85,9, Mittel 83,5 %

Stickstoff im trockenen Koth 4,74 / 4,98 } 4,86 %

Asche im trockenen Koth 9,96 / 9,35 } 9,65 %.

2) Nr. 1 = Horsford-Liebigbrod
„ 2 = Münchener Roggenbrod
„ 3 = Semmel
„ 4 = Pumpernickel.

3) In Nr. 1 ist des Nährsalzzusatzes halber am meisten Asche; zum Semmelteig wird weniger Kochsalz gegeben als zum Schwarzbrodteig; zum Pumpernickel wird kein Kochsalz zugesetzt, daher der Aschegehalt des trockenen Brodes dem des trockenen Mehls von ganzem Korn gleich ist.

Menge der verzehrten, im Koth ausgeschiedenen und im Darm resorbirten Stoffe:

Nro.	Verzehrt			ausgeschieden			resorbirt		
	feste Theile	Stickstoff	Asche	feste Theile	Stickstoff	Asche	feste Theile	Stickstoff	Asche
1	436,8	8,66	24,68	50.5	2,81	9,41	386,3	5,85	15,27
2	438,1	10,47	18,05	44,2	2,33	5,50	393,9	8,14	12,55
3	439,5	8,83	10,02	25,0	1,76	3,03	414,5	7,07	6,99
4	422,7	9,38	8,16	81,8	3,97	7,89	340,9	5,41	0,27

Von 100 verzehrten Theilen wurden im Koth abgegeben:

Nro.	feste Theile	Stickstoff	Asche
1	11,5	32,4	38,1
2	10,1	22,2	30,5
3	5,6	19,9	30,2
4	19,3	42,3	96,6

Der mittlere Wassergehalt der Kothsorten ist nahezu der gleiche. Die procentige Menge des im Koth enthaltenen Stickstoffs ist umgekehrt proportional der Menge des trockenen Kothes, da bei besserer Ausnützung des Brodes die stickstoffreichen Residuen der Darmexkrete relativ mehr hervortreten.

Ziemliche Uebereinstimmung zeigen, wenn man den etwas ungleichen Stickstoffgehalt des Brodes beachtet, die bei der Ernährung mit Horsford-Liebig- und gewöhnlichem Roggenbrod erhaltenen Zahlen. Die Resultate fallen aber keinesfalls zu Gunsten des ersteren aus, sondern umgekehrt zu Gunsten des letzteren. Die Menge des trockenen Kothes ist bei dem Horsford-Liebig'schen Brode etwas grösser; ebenso die absolute und procentige Menge des im Koth weggehenden Stickstoffs und der Asche. Von dem Horsford-Liebig'schen Brode werden im Darm nicht mehr feste Theile und Stickstoff resorbirt, als von dem gewöhnlichen Roggenbrod.

Ein bedeutender Unterschied von den beiden ersten Reihen zeigt sich dagegen in der dritten Reihe, bei welcher weisses Weizenbrod (Semmel) gegessen wurde. Bei der gleichen Quantität der

verzehrten Trockensubstanz erschien hier nur die Hälfte trockenen Koths als bei den beiden ersten Versuchen; zum Theil kommt dies auf Rechnung stickstoffhaltiger Substanz, zum Theil auf Rechnung der Stärke.

Am auffallendsten sind die Zahlen bei dem Genuss von Pumpernickel; bei diesem erscheint weitaus am meisten trockener Koth, dreimal so viel als bei Genuss von Semmel, und mit der grössten Menge Stickstoff, so dass absolut daraus weniger sticktoffhaltige Substanz resorbirt wird, als aus den anderen Brodsorten.

Es ist, wie ich glaube, nicht schwer, die gefundenen Resultate zu erklären.

Das Horsford-Liebig'sche Brod ist fester, dichter und schwerer als das gewöhnliche Roggenbrod; es setzt daher dem Eindringen der Verdauungssäfte einen nicht unbeträchtlichen Widerstand entgegen. Dadurch wird eine geringere Auflösung und Resorption, und eine vermehrte Kothausscheidung bedingt. Die grössere Kothmenge führt natürlich auch etwas mehr Stickstoff fort. Die bedeutende Aschequantität des Brodes wird zum grössten Theile durch den Darm wieder entfernt.

Das Münchener Roggenbrod ist lockerer als das vorige Brod; die Verdauungssäfte finden daher mehr Angriffspunkte, weshalb sowohl die Gesammtmenge des Kothes, als auch der Stickstoffgehalt desselben trotz des grösseren Stickstoffgehaltes des Brodes etwas vermindert erscheint.

Am günstigsten gestalten sich die Verhältnisse beim Semmel. Diese lose, lockere Masse, deren Höhlen ausserordentlich dünne Wandungen besitzen, imprägnirt sich fast augenblicklich mit den Säften und wandelt sich rasch in lösliche Stoffe um, so dass 94,4 % der trockenen Nahrung zur Resorption gelangen, und daraus prozentig am meisten Stickstoff in die Säfte aufgenommen wird. Dass das Fehlen des Sauerteigs nicht die Ursache der kleinern Kothmenge ist, werden wir später noch darthun.

Und endlich der Pumpernickel. Er bietet den Verdauungssäften die grössten Hindernisse durch seine Dichtigkeit und Schwere und auch durch die Grobheit des Mehles. Ueberdies bringt die darin enthaltene Kleie, deren Bestandtheile, wie wir noch später erörtern

werden, für die Verdauung des Menschen grösstentheils unzugänglich sind, und auch vielleicht die reichlicher vorhandene Säure eine raschere Entleerung hervor. Alles dieses trägt zu der beträchtlichen Kothmenge, welche 19% der trockenen Nahrung ausmacht, und 42% des Stickstoffs und 97% der Asche derselben enthält, bei.

Bei gleicher Zufuhr von Trockensubstanz ist also der Semmel entschieden die nahrhafteste dieser vier Brodsorten, weil er die geringste Menge von Koth liefert und aus ihm am meisten stickstoffhaltige Bestandtheile ausgezogen werden. Dem Semmel am nächsten steht das ohne Kleie mit Sauerteig bereitete Roggenbrod; auf dieses folgt das Horsford-Liebig'sche Brod, und zuletzt kommt der Pumpernickel.

Merkwürdig! die von mir gefundenen Resultate laufen der wenigstens in Deutschland allgemein gültigen Ansicht schnurstracks entgegen. Hätte ich gerade umgekehrt gefunden, dass der kleienhaltige Pumpernickel das nahrhafteste, der Semmel dagegen das am wenigsten nahrhafte Brod sei, so würde man mir von vornherein zustimmen, und nur sagen, dass eine derartige Untersuchung überflüssig gewesen, da ein Beweis für die Güte des Kleienbrodes nicht mehr nöthig sei, weil dieser schon durch eine hundertjährige Erfahrung hinreichend geführt sei.

Man frage in Süddeutschland, man frage in Norddeutschland nach dem nahrhaftesten Brode und überall wird man zur Antwort erhalten: das kleienhaltige Schwarzbrod. Und wer kein Kleienbrod, sondern nur Weissbrod isst, wird darum doch nicht an der grösseren Nahrhaftigkeit des ersteren zweifeln; nur wird er sagen, dass ihm der Geschmack desselben nicht behage, oder dass seine Verdauungsorgane es nicht vertrügen.

Ja noch mehr; ich habe vorher selbst angeführt, dass im Laufe der Versuchsreihe mit Semmel starker Hunger verspürt wurde, welcher sich am letzten Abend fast bis zum Unerträglichen steigerte, während das Individuum beim Gebrauche von Pumpernickel wenig oder fast gar keinen Hunger empfand. Dieselbe Thatsache wurde im Krimkriege constatirt, und Liebig[1]) führt sie als Beweis für

1) Augsburger Allgemeine Zeitung 1868 Nr. 6.

die grössere Nahrhaftigkeit des kleiehaltigen Schwarzbrodes gegenüber dem Weizenbrod an: Die an das schwarze Commissbrod gewöhnten russischen Soldaten reichten mit der Soldatenration von dem so gerühmten französischen Weizenbrod nicht aus, es musste ihnen ein Zuschuss bewilligt werden.

Wie, frägt man, ist das Gefühl des Hungers bei einem nahrhaften und das Gefühl der Sättigung bei einem weniger nahrhaften Brode, welches bei gleicher Quantität über dreimal mehr Koth liefert, möglich?

Diese Widersprüche sind leichter zu erledigen, als es den Anschein haben mag, wenn man bedenkt, welche Quantitäten die mit Kleienbrod hauptsächlich sich nährenden Menschen einzuführen pflegen. Sieht man in Norddeutschland einen Bauern sein Frühstück verzehren, so kann man sich wirklich entsetzen über die Menge, welche genossen wird: vier bis fünf Schnitte von 1/2 Zoll Dicke, 1 Fuss Länge und 3 Zoll Breite, jede mit Butter dick bestrichen, sind noch keine übermässig grosse Leistung. Oder sitzt man in einem württembergischen Dorfe Nachmittags im Wirthshause, wenn die Knechte bei Bier oder Aepfelwein ihr Vesperbrod verzehren, so hat man ebenfalls Gelegenheit, sich zu überzeugen, welches Quantum Brod in dem Magen eines Bauernburschen Platz findet.

In solchen Massen kann jedoch erfahrungsgemäss nur von dem Roggenbrod gegessen werden; um vom weissen Weizenbrod gleich viel zu resorbiren, braucht man auch ansehnlich weniger. Verzehrt man nun die für die Ernährung entsprechende Menge Weizenbrod, welches schon durch das Kauen in einen feinen, leicht auslaugbaren Brei mit bedeutenden Mengen von Zucker verwandelt ist, so kann dies sehr bald den Magen wieder verlassen, da ihm der Pylorus keinen Widerstand entgegensetzt, oder es wird daraus rasch alles Verwerthbare in die Säfte übergegangen sein, während die grössere Menge des groben Kleienbrodes längere Zeit verhält. Ist aber der Magen eine bestimmte Zeit leer gewesen, oder sind dem Körper eine bestimmte Zeit keine neuen Stoffe zugeführt worden, so tritt das erste Hungergefühl ein, welches daher nach dem Genuss von Semmel eher sich melden muss, als nach dem von Kleienbrod.

Der Semmel unterdrückt das erste Hungergefühl nicht auf so lange Zeit als das Kleienbrod, obwohl er nahrhafter ist als dieses, d. h. dem Körper mehr Stoffe zuführt. Eine Verwechslung dieser Begriffe, von Stillung des Hungergefühls und von Nährwerth, liegt theilweise dem falschen Urtheile zu Grunde, dass das Kleienbrod nahrhafter sei als der Semmel; Gefühle lassen sich leicht täuschen, denn auch Steine oder unverdauliche Dinge vermögen für einige Zeit das erste Hungergefühl zu beschwichtigen.

Es kommt aber hier noch etwas anderes in Betracht. Um sich mit Kleienbrod zu ernähren, muss man eine grössere Quantität verzehren als vom Weissbrod, mit ersterem wird der Magen viel mehr ausgedehnt. Diese Anfüllung des Magens, wenn sie einmal zur Gewohnheit geworden ist, wird nun verlangt, wenn das Individuum sich mit einer Ration zufrieden geben soll. Bei den pflanzenfressenden Thieren, die an ein grosses Volumen gewöhnt sind, kennt man dies allgemein. Ein Irländer, welcher seinen Magen mit 10 Pfund Kartoffeln anfüllt, wird, wenn er den ganzen Nahrungswerth derselben als Fleisch mit Fett in der günstigsten Form und in kleinem Volum erhält, sich nicht gesättigt fühlen. Ebenso schien die kleinere Ration Weissbrod, welche dem Franzosen zur Erhaltung des Körpers vollständig genügte, dem an Schwarzbrod gewöhnten Russen ungenügend, nicht deshalb, weil sie zu wenig Nahrungsstoffe enthielt, die für ihn doch geradeso zureichen mussten, wie für den Franzosen, sondern weil sie seinen Magen nicht in gewohnter Weise ausfüllte.

Es spielt hier endlich auch noch die Gewohnheit und der Geschmacksinn eine grosse Rolle. Im Allgemeinen vermag man von dem Weissbrode nicht die grosse Menge aufzunehmen, wie vom Schwarzbrode; das erstere enthält weniger schmeckende und riechende Substanzen, und ist meist auch etwas trockener als das letztere. Bei vorwiegendem Brodgenusse muss man dies ohnedies durch einen Zusatz mundgerecht machen, z. B. durch Mitessen von viel Butter, um es schlüpfriger und wohlschmeckender zu machen, oder durch Mittrinken von Bier und Aepfelwein, deren Wasser zugleich dazu dient, das bei Brodkost mit dem Koth so reichlich ausgeschiedene Wasser zu liefern. Kein Sinn beherrscht den Menschen tyrannischer,

als der Geschmacksinn; die in den Jugendjahren eingepflanzte Gewohnheit, irgend eine Speise auf diese oder jene Weise zubereitet und mit diesem oder jenem Zusatze zu geniessen, wird auch in den späteren Jahren nur schwer überwunden. So zieht der Westphale allen anderen Brodarten seinen Pumpernickel vor, von dem die Süddeutschen behaupten: „dass er nur durch eine grosse Dosis Vaterlandsliebe und eine noch grössere Portion Speck geniessbar werde"; der Engländer und zum Theil der Franzose essen vorzüglich Weissbrod; und der echte Münchener parfümirt sein Brod mit Kümmel und Anis. Magendie hat, wie vorher S. 13 erwähnt, wahrgenommen, dass ein mit weissem Weizenbrode gefütterter Hund nach 50 Tagen unter allen Zeichen der Inanition zu Grunde ging, ein mit schwarzem Kleienbrod gefütterter dagegen sich lange erhielt. Dies hat mit dem Nahrungswerth des Schwarzbrodes nichts zu thun; wenn Magendie die Menge des verzehrten Brodes bestimmt hätte, so hätte er gesehen, dass das Thier vom Weissbrode nur wenig zu sich nimmt, da es seinem Geschmacke nicht zusagt. Manche Hunde verweigern auch das Schwarzbrod, manche sogar das rohe Fleisch.

Wenn uns etwas besser schmeckt, oder wenn etwas den Magen mehr füllt, oder rascher resorbirt wird, oder uns wegen einer anderen Wirkung angenehm ist, so braucht es noch nicht nahrhafter zu sein. Das Kleienbrod oder Schwarzbrod sagt manchen Menschen, die einen etwas trägen Stuhlgang haben, sehr zu, da es eine leichte Entleerung des Darms bewirkt; aber man darf dies nicht mit Nahrhaftigkeit verwechseln.

Wir haben bisher nach dem bei gleicher Menge nahrhaftesten Brode gesucht, unbekümmert um den Preis desselben. Dieser letztere ist aber von dem wesentlichsten Belange, besonders wo es auf die Ernährung grosser Massen ankommt, wie in Kasernen, Gefängnissen, Armenhäusern etc. Hier frägt es sich, von welchem Brode wird bei den geringsten Kosten am meisten in die Säfte aufgenommen. Die Vortheile, welche ein Brod bei gleicher Menge durch seine grössere Nahrhaftigkeit besitzt, müssen unberücksichtigt bleiben, und durch grössere Massen ersetzt werden, wenn durch seinen

Gebrauch die Ernährung unverhältnissmässig vertheuert wird. Wir berechnen also, wie viel wir von den verschiedenen Brodsorten einführen müssen, um 1000 Grmm. trockenes Brod zur Resorption zu bringen, und wie sich die Preise dabei verhalten.

Um 1000 trockenes Horsford-Liebigbrod in die Säfte zu bringen, müssen wir bei 11,5 % Verlust durch den Koth 1130 trockene = 2069 frische Substanz einführen, welche 18½ Kreuzer kostet.

Zur Ueberführung von 1000 Münchener Roggenbrod sind bei 10,2 % Verlust 1112 trockene = 2071 frische Substanz erforderlich, im Preise von 11⅓ Kreuzer.

Zur Verdauung von 1000 Weissbrod gehören bei 5,6 % Verlust 1059 trockene = 1774 frische Substanz, im Werthe von 35 Kreuzer.

Zur Resorption von 1000 trockenem Pumpernickel müssen wir, da 19,3 % verloren gehen, 1239 trockene = 2217 frische Substanz einführen und diese mit 11⅔ Kreuzer bezahlen.

Hier ist die Reihenfolge eine ganz andere als vorher. Der Semmel stellt sich im Preise deshalb so ungünstig, weil erstens schon der Weizen theurer ist als der Roggen, dann aber auch, weil der Semmel aus feinem Mehl gebacken wird, das beim Mahlen neben einer nicht unbedeutenden Menge niedrig im Preise stehenden groben Mehles und Kleie gewonnen wird, und endlich weil er auch durch seine Bereitung mit Hefe vertheuert wird. Bei dem Horsford-Liebig'schen Brode sind es die Nährsalzzusätze und auch ein etwas complicirteres, jedenfalls mehr Vorsicht erheischendes Backverfahren, welche für jetzt seinen Preis gegenüber dem Münchener Roggenbrod noch erhöhen. Der Pumpernickel nimmt trotz des grossen Verlustes durch den Koth, was die Billigkeit betrifft, mit dem Münchener Roggenbrod den ersten Platz ein.

Wollten wir einen gut genährten Mann mit den verschiedenen Brodsorten erhalten, und nehmen wir an, derselbe scheide täglich 15 Grmm. Stickstoff in Zersetzungsprodukten des Körpers im Harn aus, so erhalten wir bei den vier Brodarten folgendes Resultat.

Um aus Horsford-Liebig'schem Brode 15 Stickstoff zu resorbiren, müssen wir 1120 trockene = 2051 frische Substanz mit 22,2 Stickstoff im Preise von 18 Kreuzern einführen.

Vom Münchener Roggenbrode werden dazu 807 trockene = 1502 frische Substanz mit 19,3 Stickstoff, 8 Kreuzer kostend, verbraucht.

Vom Semmel hat man 932 trockene = 1561 frische Substanz mit 18,7 Stickstoff, im Werthe von 31 Kreuzern, nöthig.

Vom Pumpernickel sind 1172 trockene = 2096 frische Substanz mit 26,0 Stickstoff erforderlich, die man für 10 Kreuzer zahlt.

Die Reihenfolge ist daher für den Stickstoff die gleiche wie für die Resorption der gleichen Menge Trockensubstanz. Bei gleichen Kosten leistet das Münchener Roggenbrod am meisten, dann kommt der Pumpernickel, dann das Horsford-Liebig'sche Brod und endlich der Semmel. Der Letztere ist also zwar das nahrhafteste dieser Gebäcke, aber auch das theuerste, daher es immer nur ein Essen der Reicheren sein wird. Das in England und Frankreich gebräuchliche gewöhnliche Weizenbrod wird wohl im Preise die Mitte zwischen dem Semmel und dem gewöhnlichen Roggenbrode halten.

Liebig hat gesagt, der theure Preis des Horsford-Liebig'schen Brodes werde ausgeglichen durch den Zuwachs an Nahrhaftigkeit, den es durch den Zusatz der Nährsalze erleide. Er meint, dass von allen Nahrungsmitteln des Menschen das Getreidekorn bei seiner Verwandlung in Mehl, in Folge der Verminderung der Nährsalze des Korns, die stärkste Einbusse an seiner Nahrhaftigkeit erleide, weshalb das weisseste und feinste Mehl den kleinsten Nährwerth habe. Der Nährwerth des Mehles sei um 12—15 % niedriger als der des Korns, und er werde ihm durch Zusatz der verlornen Nährsalze in dem Backpulver wieder ertheilt.

Es ist ein ganz ausserordentliches Verdienst von Liebig, die Bedeutung der Aschebestandtheile nicht nur für den pflanzlichen Organismus, sondern auch für den thierischen erkannt zu haben. Es ist sicher, dass das Thier an Inanition zu Grunde geht, und zwar nicht viel später als ohne jegliche Nahrungszufuhr, wenn ihm die in ihm vorkommenden Aschebestandtheile nicht in genügender Menge zugeführt werden. Die Versuche von Herrn Dr. J. Forster

lassen hierüber keinen Zweifel. Die Salze sind nicht weniger wichtig als das Eiweiss, die Fette, die Kohlehydrate, das Wasser etc.; es müssen alle Salze dargeboten werden und es kann keines entbehrt werden.

Durch die Untersuchungen von Dr. Forster, über welche Prof. Voit schon vorläufig berichtete,[1]) ist aber dargethan worden, dass der Bedarf an solchen Salzen kein sehr grosser ist, und dass die durch die Zersetzung organischer Stoffe frei gewordenen Salze wie die von der Nahrung frisch in's Blut eingeführten abermals dienen können, wenn nur genügend organische Substanz vorhanden ist. Beinahe jede Substanz, welche so viel organische Stoffe einschliesst, um den Körper auf seinem Eiweiss- und Fettbestand zu erhalten, hat auch schon hinlänglich Salze für die Erhaltung des Salzreichthums des Körpers; es ist daher bei unsern gewöhnlichen Nahrungsmitteln nicht nöthig, noch eigens Salz, ausser Kochsalz, hinzuzufügen.

Es ist gewiss, dass sich im ganzen Korn mehr Asche findet, als im ausgebeutelten Mehle und namentlich den feineren Mehlsorten. Deshalb braucht aber in dem daraus gebackenen Brode noch kein Mangel an Nährsalzen zu sein. Die geringere Aschemenge könnte immerhin noch hinreichend sein, um den Körper mit Salzen zu versorgen; auch ist bis jetzt nicht bekannt, ob die Asche der Kleie und der äusseren Theile des Korns den Verdauungssäften zugänglich ist. Hierüber können nur direkte Versuche am Thier oder Menschen entscheiden. Dann ist zu berücksichtigen, dass mit der Kleie nicht nur Aschebestandtheile, sondern auch stickstoffhaltige Stoffe verloren gehen; man müsste also doch auch diese zuführen, um dem Mehl den Nährwerth des ganzen Korns zu ertheilen. Gibt man dem Körper im Mehl genug Eiweiss, so hat derselbe auch genug Salze, da dieselben mit ersterem unzertrennlich verbunden sind. Eine einseitige Zufuhr von Salzen ohne das Eiweiss hat gar keinen Nutzen; sie werden in diesem Falle mit dem Harn oder Koth unverwerthet wieder entfernt, ähnlich als ob man sie einem hungernden Organismus gegeben hätte. Ein Zusatz von salz-

---

1) Sitz.-Ber. d. Acad. d. Wiss. 1869 II. Heft 4.

freiem Eiweiss zum Brod wäre viel nützlicher, da die Salze des Körpers immer wieder von Neuem dienen können.

Liebig hat auch gemeint, dass die Salze zur Aufnahme der Stoffe im Darm nöthig wären. In Auerbach's Volkskalender 1869 S. 153 schreibt er: „Suppe, Brod, Gemüse, Mehlspeisen, Schinken, Käse u. s. w. machen Bestandtheile unserer Mahlzeiten aus; allen diesen Nahrungsmitteln fehlt etwas an ihrem Nährwerth in Folge des Mangels an Nährsalzen; das Brod z. B. wird darum nicht vollständig verdaut, es gibt den meisten Koth und so lassen denn alle genannten Speisen ein Residuum, welches die Eingeweide belästigt und krankhafte Zustände erzeugt, gerade so wie wenn den vollständig verdaulichen Bestandtheilen derselben eine Portion unverdaulicher oder unnützer beigemischt worden wäre.“

Diese Erklärung für die grosse Kothmenge bei Brodkost ist nicht richtig. Es ist gewiss, dass bei Salzmangel im Körper schliesslich keine Verdauungssäfte mehr erzeugt werden können; aber es sind auch bei nicht so reichlicher Salzzufuhr von Aussen immer noch genug Salze im Körper und nichts deutet darauf hin, dass im Brode zu wenig Salze vorkommen. Wäre dies der Fall und wäre dies die Ursache der reichlichen Kothentleerung, so dürfte der Koth nicht so viel Salze enthalten und er müsste an Menge wegen des Salzmangels allmählich zunehmen, während in den ersten Tagen nicht weniger zum Vorschein kommt, als nach einer Reihe von Wochen. Wenn stets Salze in der Kost zur Resorption im Darm nöthig wären, dann dürften reines Stärkmehl, reines Fett, reines Eiweiss etc. nicht resorbirt werden, was doch nicht der Fall ist.

Ferner thun die Versuche von Dr. E. Bischoff direkt für das Brod dar, dass ein Zusatz von Nährsalzen (Fleischextrakt) keine grössere Ausnützung desselben im Darme hervorbringt; das Gleiche ergaben die Versuche von Dr. Fr. Hofmann am Menschen bei vegetabilischer Nahrung. Auch meine Versuche beweisen das Nämliche, denn das an Nährsalzen so reiche Horsford-Liebig'sche Brod lieferte gerade doppelt so viel Koth, als der noch nicht die Hälfte der Salze enthaltende Semmel und mehr als das salzärmere gewöhnliche Roggenbrod. Auch die Ausnützung der stickstoffhaltigen Stoffe ist nicht von dem Salzgehalt des Brodes abhängig.

Es mangelt also im Brode sicherlich nicht an Salzen. Vom gewöhnlichen Roggenbrod oder der Semmel werden 30 % Salze nicht resorbirt, jedenfalls mehr als in dem unverdauten Brode enthalten sind; gibt man im Horsford-Liebig'schen Brode mehr Salze hinzu, so wird kaum mehr Salz in die Säfte aufgenommen, sondern der grösste Theil davon mit dem Kothe unbenützt wieder entfernt. Durch den einseitigen Zusatz von Salzen ohne die Eiweissstoffe wird das Brod nicht nahrhafter gemacht.

Man hat die Auflockerung des Brodes durch die bei der Einwirkung von Säuren auf kohlensaure Salze entwickelte Kohlensäure versucht, da in manchen Fällen der Sauerteig mangelt, oder da man das Ferment des Sauerteiges oder die Produkte der Gährung für schädlich hielt, oder beim Gähren mit Sauerteig einen Verlust an wesentlichen Bestandtheilen des Brodes befürchtete.

Schon seit Jahren hat man den Sauerteig zu ersetzen gesucht; man nahm einfach- oder doppeltkohlensaures Natron und Salzsäure oder Weinsteinsäure. Das Horsford-Liebig'sche Backpulver, das neben der Kohlensäure auch zugleich die Nährsalze bieten soll, enthält bekanntlich sauren phosphorsauren Kalk (mit etwas Magnesia), doppeltkohlensaures Natron und Chlorkalium.

Die Anwendung dieser Chemikalien scheint eine grössere Vorsicht zu erfordern und vielleicht erreicht man bis jetzt mit ihnen den Zweck noch nicht so vollständig. Bei der Anwendung von Sauerteig haben wir eine langsame, aber stetige durch mehrere Stunden andauernde Kohlensäureentwicklung; das Brod kommt in einem sehr aufgelockerten Zustande in den Ofen, woselbst die Gährung ganz aufhört und nur noch die Hitze durch Ausdehnung des eingeschlossenen Gases auf die Vergrösserung der Poren des Brodes wirkt. Bei der Anwendung von Chemikalien dagegen ist die Entwicklung der Kohlensäure eine ungleich raschere; beim Kneten des Teiges wird wohl schon ein Theil der Kohlensäure ausgetrieben und es wird die Entbindung der Kohlensäure im Ofen, wenn vorher noch nicht alles Salz zersetzt war, eine sehr stürmische. Aus diesen Gründen, scheint mir, sagt Liebig[1]): „man formt ohne

1) Beilage zur Augsburger Allgemeinen Zeitung Nr. 353 S. 5393.

viel zu kneten die Laibe und schiesst sie in den Ofen; die richtige Temperatur zum Backen muss durch ein paar Backversuche ermittelt werden; ist der Ofen zu heiss, so reissen die Laibe und bekommen Kröpfe."

Dies letztere bestätigte mir auch ein Bäcker, welcher längere Zeit Liebig'sches Brod gebacken hat. Er sagte, dass das Garmachen des Brodes grosse Vorsicht erfordere und dass, stosse man nicht mit einer dicken Nadel viele Löcher in das Brod, die Kohlensäure sich unter der Rinde ansammle und diese in der ganzen Ausdehnung des Brodes abhebe.

Das nach dieser Methode bereitete Brod, sagt Liebig, ist schwerer als das gewöhnliche Bäckerbrod; das letztere ist grossblasig und fällt durch sein grösseres Volumen mehr in die Augen.

Beim Verzehren von viel Brod ist die grössere Schwere und Dichtigkeit ein Nachtheil; aber ich zweifle keinen Augenblick, dass alle diese Schwierigkeiten überwunden werden und dann sich das Brod, welches durch aus kohlensauren Salzen entwickelte Kohlensäure gelockert ist, sich in seinen physikalischen Eigenschaften in Nichts von dem besten gewöhnlichen Brode unterscheiden wird.

Es wäre sehr wichtig, wenn das ohne Sauerteig bereitete Brod der Gesundheit zuträglicher und zugleich nahrhafter wäre. Der Sauerteig soll eine Gährung des im Teige vorhandenen Zuckers zu Kohlensäure und Alkohol hervorbringen; es kann aber diese geistige Gährung leicht in eine saure übergehen und aus dem Zucker Essigsäure und Milchsäure entstehen, namentlich wenn der Sauerteig schon in der Säuerung sich befindet, was der Bäcker durch das sogenannte Anfrischen zu verhüten sucht. Der wässerige Auszug des mit Hefe bereiteten Weizenbrodes ist neutral, des mit Sauerteig bereiteten Roggenbrodes sauer. Der Pumpernickelteig befindet sich offenbar schon in saurer Gährung, da er 18—24 Stunden ohne Sauerteig gährt, wodurch nicht nur der schon vorhandene Zucker, sondern auch ein Theil des Stärkemehls und des Klebers in Zersetzung übergeht; daher rührt der Geruch des Teiges nach Buttersäure und der saure Geschmack des Brodes.

Graeger untersuchte den Säuregehalt des Roggenbrodes bei verschieden langer Gährungszeit. Zwei Teige von je 300 Pfund

wurden der Gährung, der eine während 4 Stunden, der andere während 8 Stunden überlassen und dann zu Brod verbacken. Die Brode waren von gleicher Beschaffenheit und die Meinungen waren getheilt, welches von beiden saurer sei. Die direkte Bestimmung ergab, die Säure als Essigsäure berechnet, bei dem ersten 0,27 % Säure, bei dem zweiten 0,41 %. Ich habe schon erwähnt, dass ein nur an Weizenbrod oder kleiefreies Brod gewöhnter Magen den Genuss des Pumpernickels in den ersten Tagen bedenklich in seinem Verdauungstraktus verspüren wird, hervorgerufen durch die gröbere Beschaffenheit des Brodes, die Gegenwart der Kleie und offenbar auch durch den grösseren Säuregehalt.

Es ist wohl möglich, dass ein saures Brod, besonders Pumpernickel, einem Individuum mit empfindlichen Verdauungswerkzeugen nicht zusagt. Aber für Leute mit gesundem Darme wirkt das mit Sauerteig gebackene Brod nicht schädlich, es ist nicht weniger verdaulich und nicht weniger nahrhaft. Die Kothmenge ist nach dem Genusse von Horsford-Liebig'schem Brode nicht geringer, als nach dem Genusse von mit Sauerteig gebackenem Roggenbrod. Man sieht auch in der That nicht ein, wie 0,3 % einer organischen Säure schädlich wirken soll, besonders da der Chymus des ursprünglich neutralen mit Hefe gebackenen Weizenbrodes ebenfalls saure Gährung annimmt.

Man hat zu Gunsten der Lockerung des Brodes ohne Sauerteig den Verlust, den der Teig bei der Gährung erleidet, angegeben. Es wäre in der That von grosser Bedeutung, wenn man den Verlust, der bei Anwendung von Hefe oder Sauerteig bei der geistigen Gährung oder durch Zersetzung stickstoffhaltiger Stoffe und von Stärke in Zucker und Säuren bei der sauren Gährung stattfindet, vermeiden und also aus der gleichen Menge Mehl eine grössere Menge von Brod erhalten könnte. Der Verlust ist zwar nicht sehr gross, denn er wird von Heeren zu 1,6 %, von Fehling zu 4,2 % und von Graeger nach einer sehr genauen Untersuchung zu 2,3 % veranschlagt, aber er könnte doch wohl bewirken, dass die Gährung des Brodes mit Sauerteig nach und nach gänz verdrängt würde, wenn es gelingt, das Brod auf die andere Weise ebenso locker und nicht mehr Koth gebend herzustellen,

und wenn die Kosten für die neuen Gährmittel nicht grösser sind als der Verlust durch den Sauerteig. Wenn angegeben wird, dass der Mehrgewinn an Brod nach dem neueren Verfahren 10—12 % betrage, so kann dies nur auf einem grösseren Wasserreichthum des Brodes beruhen.

Schliesslich habe ich noch Einiges über den Werth der Kleie im Brode zu sagen. Es wird meistentheils nicht das Mehl vom ganzen Korn zur Brodbereitung genommen, sondern es wird das Mehl zuerst gebeutelt und so die Kleie entfernt, da dieselbe dem Brode eine dunklere Farbe und eine rauhe Beschaffenheit gibt und unverdauliche Cellulose enthält.

Nun hatte man gefunden (Payen, Fürstenberg), dass das feine weisse Mehl ärmer an stickstoffhaltigen Substanzen ist als das grobe, und dass der stickstoffreichste Theil nahe der Peripherie des Korns, zunächst der Umhüllung sich befindet. Millon sprach sich deshalb im Jahre 1849 dahin aus, dass die Entfernung der stickstoffreichen Kleie aus dem Mehle mehr schade, als die dadurch bewirkte Entfernung der Cellulose Nutzen bringe.

Es entspann sich in der Folge ein lebhaft geführter Streit über den Nährwerth der Kleie; die einen hielten sie für einen schädlichen Stoff oder wenigstens für Ballast, die anderen für eine vorzüglich nahrhafte Substanz, aus welcher der Darm alles durch Aether, Alkohol, siedendes Wasser, verdünnnte Säuren und Alkalien Ausziehbare zur Verwerthung bringe. Es hat keinen Nutzen, alle die verschiedenen Meinungen zu verfolgen; ich gebe nur Einiges an, was noch jetzt von Interesse ist.

Eine ganz vortreffliche Untersuchung, die manche neuere Schriftsteller nicht zu kennen scheinen, ist die von Poggiale.[1]) Derselbe beurtheilt nicht aus einer chemischen Analyse den Gehalt der Kleie an Nährstoffen, sondern er schliesst auf die allein richtige Weise aus Versuchen am Thier, dass die Menge der nicht assimilirbaren Materien der Kleie sehr beträchtlich ist, und dass namentlich nicht aller Stickstoff in assimilirbaren Stoffen enthalten

1) Compt. rend. 1853. T. 37. II. Sem. Nr. 5. p. 173.

ist. Die 12,669 % Wasser enthaltende Kleie, welche 5,615 % in Wasser lösliche und 7,383 % darin unlösliche stickstoffhaltige Stoffe einschliesst, gab, nachdem sie nach einander den Darm von zwei Hunden und einem Hahn durchlaufen hatte, immer noch 3,516 % stickstoffhaltige Materien. Auch die anderen in verdünnten Säuren und Alkalien löslichen Substanzen der Kleie zählt Poggiale nicht zu den assimilirbaren Nahrungsstoffen, da vorher der Einwirkung des Darms zweier Hunde ausgesetzte Kleie an verdünnte Säuren noch 40,5 % und an verdünnte Alkalien noch 37,5 % abgab. Die Kleie enthält nach ihm 56 % der Verdauung widerstehende Stoffe, daher er die Weglassung der Kleie von dem Mehle als gerechtfertigt und für einen nothwendigen Verlust ansieht. Er fütterte auch verschiedene Thiere mit Kleie und beobachtete dabei eine beträchtliche Gewichtsabnahme.

Nach Mège-Mouriès[1]) ist zwar die Kleie sehr stickstoffhaltig, nährt aber wenig und hat nur die Eigenschaft, die Umwandlung der Stärke in lösliche Substanzen zu befördern. Er lässt nämlich eine an der innern Oberfläche der Kleie liegende fermentartige, in Wasser lösliche stickstoffhaltige Materie (das Cerealin), ähnlich wie Diastase die Stärke in Dextrin und Zucker umwandeln und so eine Rolle bei der Brodbereitung und Verdauung spielen. Dieses Ferment der Kleie wirkt nach ihm noch im Kleienbrode, da es im trockenen Zustande nicht durch die Backofenhitze zerstört wird; bei Entfernung der Kleie wird auch dieser für die Verdauung wichtige Stoff entfernt. Mège-Mouriès sucht daher das Ferment durch Auflösen in Wasser von der Kleie zu entfernen und die Lösung zum Brodbacken zu verwenden. Er zerlegt 100 Kilo gemahlenes Getreide in 72,7 Kilo feines Mehl und weisse Grütze, 15,7 Kilo grobe Grütze und 15,6 Kilo Kleie, zieht dann die grobe Grütze bei 22° mit 40 Liter Wasser, in welchem vorher Hefe und Fruchtzucker gegohren hatten, aus und benützt die Flüssigkeit zum Backen. Er will auf solche Weise von 100 Weizen, die nach dem gewöhnlichen Verfahren 70—74 Theile Mehl lieferten, bis zu 86 und 88 Theile

1) Compt. rend. 1853. T. 37. II. Sem. Nro. 21. p. 775. 1857. T. 44. I. Sem. Nr. 2. p. 40.

gewonnen haben, welches Mehl bei drei Backversuchen 17—20 Theile Brod mehr gab, als das gewöhnliche. Bekanntlich hat Chevreul dieses Backverfahren in einem Berichte an die Pariser Akademie als zweckmässig empfohlen.

Andere suchten der Kleie auf verschiedene Weise die nahrhaften Bestandtheile zu entziehen und die Cellulose zu entfernen. So zog Frapoli die Kleie mit der vierfachen Menge Wasser bei 40° aus und trennte so 20% ab mit 2,1% Stickstoff, während noch 2,9% Stickstoff ungelöst zurückblieben. Sigle in Stuttgart erschöpfte die Kleie mit verdünnter Schwefelsäure und verwendete dann diesen Auszug zum Backen; Fehling erhielt jedoch durch Ausziehen mit Wasser fast dieselben Resultate.

Allen diesen Versuchen liegt der gewiss richtige Gedanke zu Grunde, von der Kleie diejenigen Stoffe, welche der Darm ausziehen und der Körper verwerthen kann, zu isoliren und dann beim Brodbacken zu verwenden.

Die Meisten haben bei der Diskussion um den Nährwerth der Kleie einen unrichtigen Standpunkt, den rein chemischen, angenommen. Es handelt sich aber nicht darum, welcher Theil des Korns den meisten Stickstoff enthält, es frägt sich vielmehr, wie viel von diesem Stickstoff im Darm resorbirt wird und von welcher Mehlsorte am meisten Trockensubstanz mit Stickstoff durch den Koth verloren geht. Es kann sehr wohl eine Substanz mit weniger eiweissartigen Stoffen nahrhafter sein, als eine reichlich damit versehene; nur das Experiment am Thier entscheidet hierüber.

Die Kleie enthält, abgesehen von anhängendem Mehl, stickstofffreie organische Stoffe, stickstoffhaltige und Asche.

Ausser dem Zucker und der Stärke, die sich durch Wasser und Diastase entfernen lassen, finden sich in der Kleie noch andere stickstofffreie Stoffe, die zum Theil noch unbekannt sind und sich wohl den Kohlehydraten annähern. Diejenigen von ihnen, welche in verdünnten Säuren und verdünnten Alkalien unlöslich sind, hat man mit dem Namen der Cellulose oder der Rohfaser belegt, insoferne der Rückstand noch nicht rein ist, sondern noch andere, auch stickstoffhaltige Bestandtheile enthält. Man muss jedoch bedenken, dass es von dem Zucker oder der Stärke bis

zur harten, jenen Agentien widerstehenden eigentlichen Cellulose mannigfache Uebergänge gibt. Ein junger Kohlrabiknollen löst sich in der verdünnten Säure und dem Alkali ganz auf, bei einem alten, holzig gewordenen bleibt ein Rest übrig. Dem entsprechend ist es längst bekannt, dass die Cellulose junger Gemüse auch von dem Menschen verdaut wird; die alte und wirkliche Cellulose dagegen ist für ihn unzugänglich, während wiederum manche Thiere die in verdünnten Säuren und Alkalien unlösliche Cellulose verdauen. Die Bestimmung der Cellulose durch Wiegen des in verdünnten Säuren und Alkalien bleibenden Rückstandes ist daher ganz ungenau, da es eben die mannigfachsten Uebergänge gibt. Alte Cellulose geht nur beim Behandeln mit concentrirter Schwefelsäure in Zucker über, jüngere schon beim Digeriren mit schwächerer Säure; man erhält daher bei solchen Bestimmungen nur dann übereinstimmende Resultate, wenn man die Substanzen ganz gleich behandelt, nämlich die Länge der Zeit und die Concentration der Agentien genau gleich hält.

Es kommt also ganz darauf an, wie sich die in der Kleie ausser der Stärke vorhandenen Kohlehydrate (Cellulose) verhalten, ob ein Theil derselben für die sauren und alkalischen Verdauungssäfte des Menschen zugänglich ist oder nicht. Nach den interessanten Angaben von Poggiale liefern 100 Kleie, welche durch Diastase ihres Stärkemehls beraubt waren, mit verdünnter Salzsäure noch 19,6 Zucker, die nur aus Cellulose abstammen können. Der Darm des Hundes scheint jedoch diese Umwandlung nicht besorgen zu können; Kleie, die der Einwirkung des Darms zweier Hunde ausgesetzt war, gibt nämlich, wie vorher schon mitgetheilt wurde, an verdünnte Salzsäure 40,5 % Substanz (darunter 21,3 % Zucker) ab und dann an Alkali noch 37,5 %. Nach Poggiale nimmt der Darm 44 % der Bestandtheile der Kleie auf. Es ist gewiss, dass der Darm des Menschen von diesen stickstofffreien Stoffen etwas verdaut. Herr Dr. Fr. Hofmann gab einmal einem Hunde nur mit verdünnter Schwefelsäure ausgekochte Kleie und beobachtete dabei eine nicht unbeträchtliche Abnahme des Gewichtes derselben im Kothe; beim Behandeln dieser Kleie mit einem verdünnten Alkali von der Concentration des pankreatischen oder Darmsaftes verlor sie ebensoviel an Gewicht.

Man kann vielleicht auch aus der Kothmenge beim Genuss des kleienhaltigen Pumpernickels einen Schluss ziehen. Der Roggen gibt 12 % wasserhaltige oder 10,5 % trockene Kleie; aus 100 Pfund lufttrockenem Mehl von ganzem Korn bekommt man etwa 145 Pfund Brod, die also 10,5 Pfund = 7,2 % trockene Kleie enthalten. In 3026 des in dem Versuche Nr. 4 verzehrten Pumpernickels sind daher etwa 218 trockene Kleie enthalten. Diese 218 Kleie von 1695 trockenem Pumpernickel abgezogen, geben 1477 trockenes Brod, welche nach der beim gewöhnlichen Roggenbrod erhaltenen Kothmenge berechnet 149 trockenen Koth geliefert hätten. Beim Genuss von Pumpernickel wurden 327 trockener Koth entleert; kommt die dabei gegenüber der Roggenbrodkost vermehrte Kothmenge, was nicht wahrscheinlich ist, nur auf Rechnung der Kleie, so wären 178 Kleie darin enthalten, während 218 Kleie im Brode sich befanden; es sind also zum Mindesten 18 % Substanz aus der Kleie resorbirt worden. Es scheint darnach in der That sich zu ergeben, dass der Darm aus der Kleie gewisse Nahrungsstoffe auszuziehen vermag.

In der Kleie finden sich ferner stickstoffhaltige Stoffe. Beim Mahlen werden die im Innern des Kornes enthaltenen grossen stärkmehlhaltigen Zellen leicht zerquetscht und die Hülle des Kornes und das Perisperm oder die Schichte der eiweissreichen, stärkmehlfreien, dickwandigen Zellen bleibt mit etwas anhängendem Mehle als Kleie zurück. Es ist richtig, dass die aus den mehr äusseren Theilen des Korns hervorgehenden gröberen Mehlsorten mehr Stickstoff enthalten. Nach den durch Herrn v. Liebig veranlassten höchst wichtigen Analysen sämmtlicher Mahlprodukte desselben Weizenkorns durch Dempwolf[1]) finden sich:

	% Stickstoff in trockener Substanz
Griese und Auszugmehle	2,04
Semmelmehle	2,32
Brodmehle	2,70
Schwarzmehl	2,57
Kleie	2,51.

1) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 149. 1869. S. 343.

Das Brodmehl ist also darnach das stickstoffreichste, aber von 100 Theilen Stickstoff des ganzen Korns sind in der Kleie, welche 18,5 % des ganzen Mehls ausmacht, 20 %. Es wäre daher gewiss von Bedeutung, wenn man diese 20 % für die Ernährung des Menschen nutzbar machen könnte. Es frägt sich, ob die stickstoffhaltigen Stoffe der Kleie vom Darm verwerthet werden. Es sieht damit nicht besonders günstig aus. Poggiale fand in der zwei Mal durch den Darm von Hunden und ein Mal durch den eines Huhnes gewanderten Kleie immer noch 3,516 % stickstoffhaltige Substanz. Nach den Fütterungsversuchen von Jul. Lehmann[1]) ernährten sich Schweine mit der noch etwas mehlhaltigen Roggenkleie (unter Zusatz von Kochsalz) 5 Monate lang vollständig unter Zunahme des Körpergewichtes von 132 auf 275 Pfund, von Weizenkleie aber, welche so gut wie frei von anhängendem Mehle ist, frassen sie nur 32 Tage lang und hatten dabei kaum an Gewicht zugenommen, obwohl die Kleie 13,5 % stickstoffhaltige Stoffe enthielt.

Meissner und einer seiner Schüler, Flügge,[2]) zeigten, dass Hühner aus dem ganzen Korn von Gerste und Weizen mit den Spelzen nur einen Theil der stickstoffhaltigen Substanz verdauen. Von der Gerste werden nur die in Wasser löslichen stickstoffhaltigen Stoffe aufgenommen, die in den peripherischen Theilen des Korns enthaltenen in Wasser unlöslichen, unter denen sich kein Kleber befindet, sind mit den Spelzen im Kothe nachzuweisen; da sich von ersteren 3,87 %, von letzteren 10,18 % in der Gerste finden, so werden 27 % der stickstoffhaltigen Substanzen des ganzen Korns vom Huhn nicht verwerthet. Auch vom ganzen Weizenkorn verdaut das Huhn nur die in Wasser löslichen stickstoffhaltigen Theile und von den in Wasser unlöslichen nur den eigentlichen Kleber, der Rest geht unverändert mit dem Koth wieder ab. Im Weizen sind viel weniger in Wasser lösliche eiweissartige Körper als in der Gerste und statt dieser scheint der Kleber vorhanden zu sein. Im lufttrockenen Weizen sind 0,91 % in Wasser

1) Amtsblatt für die landwirthschaftlichen Vereine des Königreichs Sachsen 1868 Nro. 2.

2) Zeitschrift für rationelle Medizin 3. R. Bd. 31 S. 185 und Bd. 36 S. 184.

lösliche und 14,09 % in Wasser unlösliche Eiweissstoffe; von letzteren können 6,23 %, im Ganzen also nur 47 % der stickstoffhaltigen Substanzen des Korns verdaut werden. Auch künstlicher Magensaft (aus 0,1 % Salzsäure und Pepsin) löst nicht mehr derselben auf. Meissner spricht daher die Vermuthung aus, dass die vorzüglich in den äusseren Theilen des Korns oder der Kleie sitzenden unlöslichen stickstoffhaltigen Stoffe gar keine wahren Eiweisskörper sind, sondern nur Abkömmlinge derselben.

Dies gilt vorläufig nur für das Huhn, das auch keine härtere Cellulose verdaut, in der offenbar jene stickstoffhaltigen Körper eingeschlossen sind und nur mit ihr in Lösung übergehen.

Mit 1,5 prozentiger Salzsäure und 1,5 prozentiger Kalilauge gekochte Kleie enthält immer noch viel Stickstoff. Die Cellulose verdauenden Wiederkäuer verwerthen daher wahrscheinlich auch die stickstoffhaltigen Stoffe; aber der die ältere Cellulose nicht verdauende Mensch wird sich wohl jenen Stoffen gegenüber wie das Huhn verhalten.

Donders fand dem entsprechend die Schichte der eiweissreichen Zellen der Kleie beim Pflanzenfresser völlig verdaut, beim Hunde und Menschen waren sie dagegen unverändert im Kothe zu entdecken. Darnach würde das Brod vom ganzen Korne mit der Kleie für die Zufuhr von Stickstoff keinen oder nur einen geringen Nutzen haben. Die stickstoffhaltigen Substanzen des gewöhnlichen Brodes aus gebeuteltem Mehle sind wahrscheinlich alle an und für sich verdaulich. Es wäre von grossem Interesse, mit allen Mahlprodukten eines Kornes Versuche über die Aufnahme des Stickstoffs am Thier, oder wenigstens Versuche mit künstlichem Magensaft zu machen.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den Aschebestandtheilen. Die Kleie gibt allerdings prozentig weitaus am meisten Asche und zwar ist die Zunahme daran rascher als die des Stickstoffs; nach Dempwolf's Analysen finden sich von 100 Asche des ganzen Korns 65 % in den 18,5 % Kleie. Die Asche ist ohne Auflösung der Cellulose kaum zugänglich; es wäre dann der Gewinn an Asche durch die Zufuhr der Kleie für den Menschen ein unbeträchtlicher,

was auch durch den grossen Aschegehalt des Kothes nach Genuss von Pumpernickel bestätigt zu werden scheint.

Das an der Kleie noch anhaftende Mehl macht bei der Verbesserung unserer Mühlen nicht viel aus; die Stoffe der Kleie selbst sind für den Menschen nur zum kleineren Theile brauchbar. Darum ist auch der Preis der Kleie ein niedriger. Dempwolf gibt in seiner Abhandlung eine Zusammenstellung, wieviel aus Weizen in der Pester Walzmühle an verschiedenen Mehlsorten gewonnen wird. Ich habe von einer grösseren bayerischen Kunstmühle ähnliche Angaben erhalten, die ich mit dem Preise hieher setze. Aus bestem ungarischen Weizen wurden erhalten:

Mehlsorte		Mehl-Gewinn in %	Gebrauch	Kosten in Gulden: 1 Centner	Kosten in Gulden: % Gewinn fl.	kr.
	Nro. 1	12	feine Backwerke	12	1	25
	„ 2	30	gewöhnlicher Hausgebrauch, Nudeln	11	3	18
	„ 3	15		10	1	30
	„ 4	6	mit Roggenmehl zu Riemischbrod	9	—	32
	„ 5	6	Einbrennmehl; auch zu Brod	7	—	25
	„ 6	4		6	—	14
Futterabfälle	Rauhfuttermehl	12	zur Mastung	3	—	22
	Feine Kleie	8	für Zugvieh	2½	—	12
	Grobe Kleie	2			—	3
	Abfall	1	—	—	—	—
	Verstaubung	4	—	—	—	—
					8	1

Von 100 fl., die der Müller für alle Mahlprodukte des Weizenkorns erhält, löst er für 22 % Kleie nur 7,4 fl.

Aus Roggen bester Qualität aus der Aichacher Gegend wurden erhalten:

Mehlsorte	Mehl-Gewinn in %	Gebrauch	Kosten in Gulden: 1 Centner	Kosten in Gulden: % Gewinn fl.	kr.
Nro. 1	30	mit Weizenmehl Nro. 4 zu Riemischbrod	8	2	24
„ 2	45	besseres Hausbrod	7	3	9
„ 3	9	gewöhnliches Hausbrod	6¼	—	34
Kleien	12	Mastung und Fütterung	3	—	20
Verstaubung	4	—	—	—	—
				6	27

Nimmt der Müller für die Produkte aus Roggenkorn 100 fl. ein, so treffen auf die 12 % Kleie nur 5,2 fl.

Man sollte denken, es müsste das Bestreben des Müllers sein, das Mehl so sehr als möglich von der Kleie zu entfernen, also so sehr als möglich auszumahlen. Aber das stärkere Ausmahlen bringt auch Cellulose und andere Stoffe in's Mehl, die für den Menschen keinen oder nur geringen Werth haben. Darum schreibt mir auch der Müller: „Das Ausmahlen der Kleie ist überhaupt sehr relativ und hängt im Allgemeinen von den Getreidepreisen ab; je höher nämlich diese stehen, desto besser oder stärker werden die Kleien ausgemahlen, indem von dem Minderbemittelten die geringen Mehlsorten, namentlich wenn Roggen im Preise hoch steht, sehr stark gesucht und nach Verhältniss übertheuer bezahlt werden."

Man könnte sagen, man solle die Kleie doch in's Brod backen, namentlich bei Theuerung, damit der Mensch ausnützt, was irgend möglich ist, wenigstens die der Kleie noch anhängenden Mehltheile. Da kommt nun aber ein anderes in Betracht, nämlich die unverhältnissmässig grosse Kothmenge, wenn dem Brode Kleie beigemischt ist. Schon Panum und Heiberg[1]) haben angegeben, dass das Beibacken der Kleie nur den Bäckern Vortheil bringt und für die unbemittelte Bevölkerung von Nachtheil sei, zudem dann die Bäcker nur zu geneigt seien, dem Brode noch mehr Kleie beizumischen; sie stützten sich dabei auf Versuche an Hunden, aus denen hervorging, dass der Koth bei Fütterung mit kleiehaltigem Schwarzbrod 75 % der eingeführten Brodmenge betrug, bei kleiefreiem Weizenbrod dagegen nur 15 %; bei ersterem war auch die Harnstoffquantität grösser als bei letzterem.

Ganz ähnliche Erfahrungen habe auch ich mit dem Kleienbrod am Menschen gemacht; während vom gewöhnlichen Roggenbrod 10% im Koth kamen, erschienen von dem Kleienbrod 19% wieder. Dies ist zum Theil eine Wirkung der unverdaulichen Cellulose, da Dr. Hofmann bei Zusatz derselben zu Fleisch die Kothmenge bedeutend anwachsen sah. Das, was also aus der Kleie allenfalls

1) Jahresbericht für die gesammte Medizin (Abtheilung: Anatomie und Physiologie) 1867 S. 114 und 1868 S. 77.

gewonnen werden kann, das wird aufgehoben durch die rasche Entleerung des Darminhaltes und den massigen Koth dabei, wodurch viel sonst ganz brauchbare Substanz verloren geht. Wenn man wirklich im Stande ist, die Grenzen der Länder, wo der Pumpernickel gegessen wird, an den Kothhäufen hinter den Zäunen zu erkennen, so beweist dies doch, dass dabei unverhältnissmässig viel Koth entleert wird. Es scheint mir daher besser, die Kleie Thieren, welche Cellulose verdauen, zu geben; sie werden am besten auch die damit verbundenen stickstoffhaltigen Stoffe auslaugen. Oder man muss wenigstens den Preis des Kleienbrodes so stellen, wie der Nährwerth desselben, mit Berücksichtigung der grossen Kothmenge, ist; trotz der grösseren Herstellungskosten ist das Aequivalent gewöhnlichen Roggenbrodes nicht theurer, als das von Pumpernickel.

Da es im Brode an Eiweiss mangelt und man, wie oben gesagt, immer stickstoffreiche Stoffe dazu geniessen muss, wenn man eine Nahrung haben will, so hat man versucht, dem Brode gleich solche beizubacken, z. B. Erbsen oder den bei der Stärkmehlbereitung gewonnenen Kleber, oder die gereinigten Eiweissstoffe des Blutes nach dem Vorschlage von Panum, oder das Pulver von getrocknetem Fleische (1 Theil Fleisch auf $1^1/_2$ Theile Mehl), wie es in Australien nach einer Mittheilung von Herrn Dr. Beckler bei den Expeditionen in das Innere des Landes geschehen ist. Ganz vortrefflich wären auch hiezu die bei der Fleichextraktbereitung abfallenden Rückstände zu verwerthen, worauf Prof. Voit aufmerksam gemacht hat.

Ich bin weit entfernt, meine Versuche als abschliessende zu betrachten; es hat sich mir vielmehr gezeigt, wie viele Fragen, die ich zum Theil angedeutet habe, noch zu beantworten sind, ehe wir über den Nährwerth der verschiedenen Brodsorten völlig zu entscheiden vermögen. So viel lehren sie uns jedoch abermals, dass jener Nährwerth nicht aus chemischen Analysen, sondern nur aus dem Versuch am Menschen oder Thier entnommen werden kann.

Ueber Stickstoffbestimmung im Harn der Wiederkäuer.

Von

Ernst Schulze und Max Märcker.

In dem Harn der Fleischfresser und des Menschen ist der Harnstoff unter den stickstoffhaltigen Bestandtheilen so überwiegend, dass die alleinige Bestimmung desselben für den Harnstickstoff Zahlen liefert, welche mit den durch direkte Stickstoffbestimmungen erhaltenen sehr annähernd übereinstimmen.[1])

Für den Harn der Pflanzenfresser, in specie der Wiederkäuer, liegen jedoch wesentlich andere Verhältnisse vor. Hier tritt bekanntlich ausser dem Harnstoff noch ein anderer stickstoffhaltiger Bestandtheil — die Hippursäure — unter Umständen in sehr bedeutenden Mengen auf, so dass zur Ermittlung des Gesammtstickstoffgehalts eine Bestimmung des Harnstoffs allein nicht genügt.

Es ist nun die Frage, ob in dem Harn der eben bezeichneten Thierarten Harnstoff und Hippursäure die einzigen stickstoffhaltigen Bestandtheile sind, oder ob ausser denselben noch andere stickstoffhaltige Körper in wesentlichen Mengen vorkommen. Wäre letzteres nicht der Fall, so würde zu einer sehr annähernden Bestimmung des Harnstickstoffs eine Bestimmung von Harnstoff und Hippursäure genügen.

---

1) Dieser der Kürze halber gewählte Ausdruck ist nicht streng richtig; man sehe hierüber meine Auseinandersetzungen in dieser Zeitschrift Bd. I. S. 120—127 und Bd. VI. S. 327. V.

Dass dem so sei, wird durch die nachfolgenden Zusammenstellungen zu beweisen versucht.

Wir wurden zur Publikation derselben veranlasst durch die von Stohmann in den Untersuchungen über die Ernährungsvorgänge des milchproducirenden Thieres (Journ. f. Landwirthschaft. 1868. S. 154) ausgesprochene Behauptung, dass für die Bestimmung des Stickstoffs im Ziegenharn die Methode der Harnstoff- und Hippursäurebestimmung nicht anwendbar sei, sondern viel zu hoch ausfallende Resultate liefere.

Da sich Stohmann's Behauptung im Widerspruch zu den Erfahrungen befand, welche seit einer Reihe von Jahren in Weende über die Stickstoffbestimmung im Schaf- und Rinderharn gesammelt sind, so machten sich, bei der sonstigen Uebereinstimmung in den Ernährungsvorgängen der Ziege mit denjenigen der übrigen Wiederkäuer, gewisse Bedenken gegen dieselbe geltend. Wir führten daher eine Reihe von Controlversuchen im Ziegenharn aus, um die für Schaf und Rind erhaltenen Resultate auch auf diesen Wiederkäuer ausdehnen zu können.

Bevor wir zur Besprechung der Resultate unserer Bestimmungen schreiten, schicken wir eine kurze Beschreibung der bei unseren Untersuchungen benützten analytischen Methoden voraus.

Die Harnstoffbestimmung wurde nach der von Henneberg, Stohmann und Rautenberg im Weender Laboratorium ausgearbeiteten Modifikation des Liebig'schen Titrirverfahrens ausgeführt (vergl. die ausführliche Beschreibung: Annalen d. Chemie CXXIV. S. 181 u. CXXXIII. S. 55). Wir bemerken kurz, dass die Modifikation hauptsächlich durch den Hippursäuregehalt des Harns und die nothwendige Entfernung desselben bedingt wird.

Der alkalische Harn wird zuerst mit Salpetersäure zur Vertreibung der Kohlensäure schwach angesäuert, sodann mit gebrannter Magnesia neutralisirt und zur Vertreibung von Ammoniak einige Minuten gekocht. Nach dem Abkühlen erfolgt ein Zusatz von salpetersaurer Eisenlösung unter möglichster Vermeidung eines Ueberschusses zur Ausfällung der Hippursäure; nach dem Abfiltriren eines aliquoten Theiles wird Barytwasser zugefügt und im Filtrat von dem entstandenen Niederschlag der Harnstoff mit salpetersaurer Quecksilber-

lösung titrirt. Die Endreaktion wird auf einer unterwärts geschwärzten Glasplatte mit doppeltkohlensaurem Natron ausgeführt, wodurch die sonst nothwendige Entfernung des Chlors nach Rautenberg's Controlversuchen überflüssig gemacht wird.

Bei der Berechnung werden die Correktionen für Kochsalzgehalt und für die Verdünnung berücksichtigt.

Wir bemerken, dass die Harnstoffbestimmung um so schärfer auszuführen ist, je reicher der Harn an Harnstoff ist. Bei einem Harn mit 3—5 Proc. Harnstoff waren wir über das Eintreten der Endreaktion um kaum mehr als 0,1 CC. einer Quecksilberlösung, von der 1 CC. 0,01 Grm. Harnstoff entsprach, zweifelhaft, während diese Unsicherheit in einem sehr verdünnten Harn mit nur 0,3 bis 0,4 Proc. Harnstoff auf 0,4—0,5 CC. stieg. Im grossen Durchschnitt kann man annehmen, dass man der Bestimmung auf 0,2—0,4 CC. sicher ist.

Zur Hippursäurebestimmung wird der durch Eindampfen concentrirte Harn mit sehr starker Salzsäure versetzt und die ausgeschiedene Säure nach mehreren Tagen auf einem gewogenen Filter abfiltrirt. Da die Hippursäure in Wasser nicht ganz unlöslich ist, so wird entsprechend den Löslichkeitsverhältnissen für je 6 CC. Filtrat und Waschwasser je 0,01 Grm. der bei 90° C. getrockneten Säure hinzuaddirt.

Aus sehr hippursäurereichem Harn, wie derselbe namentlich bei Heu- und Strohfütterung resultirt, scheidet sich auf Zusatz von Salzsäure eine fast vollkommen reine Hippursäure aus; dagegen ist die aus hippursäurearmem Harn sich ausscheidende Säure bei weitem weniger rein; dieselbe bildet namentlich bei sehr stickstoffreichen Rationen anstatt der schwach gefärbten charakteristischen Nadeln dunkelgefärbte Warzen. Von G. Kühn (Chem. Centralblatt, 1863, p. 289) ist die Reinigung dieser unreinen Säure mit Knochenkohle mit Erfolg versucht, bei unseren Bestimmungen jedoch aus Mangel an Zeit nicht zur Ausführung gekommen. Ueberhaupt kann sich die Hippursäurebestimmung an Schärfe mit den zur Bestimmung der anderen Körper benutzten Methoden nicht messen, ein Fehler bei dieser Bestimmung fällt indessen für den Stickstoff in Folge der verhältnissmässigen Stickstoffarmuth der Hippursäure wenig in's Gewicht.

Es mag hier gelegentlich erwähnt werden, dass in der von zahlreichen Bestimmungen gesammelten Hippursäure aus Schafharn der Nachweis von Harnsäure versucht wurde. Es gelang jedoch auf keine Weise in dem nach dem Extrahiren mit Alkohol bleibenden geringen Rückstand eine Harnsäurereaktion zu erhalten. Da die im Harn vorhandene Harnsäure sich bei den Hippursäurebestimmungen hätte ausscheiden müssen, so kann für den Schafharn die Abwesenheit der Harnsäure behauptet werden.

Zur direkten Stickstoffbestimmung wurde ein genau abgemessenes Volumen Harn (10—15 CC.) nach Zusatz einiger Tropfen Salzsäure und Hinzufügung von gebranntem Gyps in den von Hofmeister angegebenen dünnen Glasschälchen zur Trockne verdampft. Dieselben werden bekanntlich mit der trockenen Masse zerdrückt und in einer Reibschale schnell mit dem Natronkalk gemengt.

Wir gehen nun zur Beschreibung der Versuche über und lassen zunächst die von uns schon 1868 und 1869 ausgeführten Versuche mit Schafen folgen; ein ausführliches Referat über diese Versuche ist im Journ. f. Landwirthschaft, 1870, zum grössten Theil bereits erschienen.[1])

Die Versuche wurden mit vier volljährigen Hammeln ausgeführt, der Harn wurde in der ersten Versuchshälfte auf einer glasirten Thonplatte, in der zweiten durch Harntrichter aufgefangen; Harntrichter wie Thonplatten wurden täglich mehrere Male mit einer dem Harn zusammen ungefähr gleichen Menge Wasser nachgespühlt, der Harn demnach in diesem Verhältnisse verdünnt.

Die nachfolgenden Tabellen enthalten die Harnstoff-, Hippursäure- und Stickstoffbestimmungen dieser Versuche, so wie die sich daraus ergebenden Beziehungen. Dieselben werden ohne weitere Erklärung verständlich sein.

---

1) Untersuchungen über die sensibeln Stickstoff-Einnahmen und Ausgaben des volljährigen Schafs und die Ausnutzung einiger Futterstoffe durch dasselbe. Ausgeführt von E. Schulze und M. Märcker.

Tabelle I.

Ueber das Verhältniss von Stickstoff aus Harnstoff und Hippursäure zum direkt bestimmten Stickstoff im Schafharn.

Datum	Jedes Versuchsthier erhielt an Trockensubstanz pro Tag	Nro des Versuchsthieres	Stickstoff in: Harnstoff	Stickstoff in: Hippursäure	Stickstoff in: Harnstoff + Hippurs.	Stickstoff direkt bestimmt	Die direkte Stickstoffbestimm. ergab: Ueberschuss	Die direkte Stickstoffbestimm. ergab: Deficit	Stickstoff direkt best. = 100 : Stickst. in Harnst. + Hippurs.	
1868	Grm.		Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.		
16. März	915 Wiesenheu	I	0,409	0,129	0,538	0,537		0,001	100	
18. „	„	„	0,512	0,138	0,650	0,660	0,010		98	
22. „	„	„	0,472	0,140	0,612	0,652	0,041		94	
25. „	„	„	0,400	0,128	0,528	0,518		0,010	102	
29. „	„	„	0,467	0,118	0,585	0,608	0,023		96	
1. April	„	„	0,456	0,144	0,600	0,608	0,008		99	
					Im Mittel		0,020	0,006	98	98
16. März	1081 Wiesenheu	II	0,546	0,160	0,706	0,698		0,008	101	
18. „	„	„	0,597	0,154	0,751	0,807	0,056		93	
22. „	„	„	0,532	0,163	0,695	0,731	0,036		95	
25. „	„	„	0,603	0,153	0,756	0,735		0,021	103	
29. „	„	„	0,526	0,140	0,666	0,684	0,018		97	
1. April	„	„	0,588	0,112	0,700	0,716	0,016		98	
					Im Mittel		0,032	0,015	98	98
	758 Wiesenheu	III								
23. März	230 Stärke	u. IV	0,135	0,098	0,233	0.322	0,089		72	
25. „	„	„	0,182	0,104	0,286	0,357	0,071		80	
29. „	„	„	0,140	0,111	0,251	0,360	0,109		70	
1. April	„	„	0,197	0,100	0,297	0,363	0,066		82	
					Im Mittel		0,084		76	76
	745 Wiesenheu	III								
15. April	277 Bohnenschrot	u.IV	1,201	0,091	1,292	1,301	0,009		99	
19. „	„	„	1,210	0,088	1,298	1,335	0,037		97	
					Im Mittel		0,023		98	98
	595 Wiesenheu									
	272 Bohnenschrot	III								
1. Mai	234 Stärke	u. IV	0,925	0,073	0,998	1,015	0,017		98	
6. „	„	„	0,913	0,061	0,970	0,991	0,021		98	
					Im Mittel		0,019		98	98
	489 Wiesenheu									
18. Mai	519 Bohnenschrot	III	1,631	0,030	1,661	1,719	0,052		97	97
	754 Wiesenheu	I								
15. April	282 Gerste	u. II	0,590	0,114	0,704	0,723	0,019		97	
19. „	„	„	0,605	0,108	0,713	0,752	0,039		95	
					Im Mittel		0,029		96	96

Datum	Jedes Versuchsthier erhielt an Trockensubstanz pro Tag	Nro. des Versuchsthieres	Stickstoff in			Stickstoff direkt bestimmt	Die direkte Stickstoffbestimm. ergab		Stickstoff direkt best. : Stickst. in Harnst. + Hippurs. = 100	
			Harnstoff	Hippursäure	Harnstoff + Hippurs.		Ueberschuss	Deficit		
	Grm.		Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.		
1868 1. Mai	797 Wiesenheu 291 Hafer	I u. II	0,601	0,091	0,692	0,721	0,029		96	**96**
22. Oct.	926 Wiesenheu	I u. II	0,673	0,126	0,799	0,840	0,041		95	
26. „	„	„	0,668	0,135	0,803	0,824	0,021		97	
29. „	„	„	0,601	0,120	0,721	0,753	0,032		96	
					Im Mittel		**0,031**		**96**	**96**
22. Oct.	843 Wiesenheu	III u. IV	0,621	0,089	0,710	0,734	0,024		97	
26. „	„	„	0,554	0,126	0,680	0,714	0,034		95	
29. „	„	„	0,533	0,117	0,650	0,675	0,025		96	
					Im Mittel		**0,028**		**96**	**96**
12. Nov.	756 Wiesenheu 94 Stärkerückstand	I u. IV	0,699	0,103	0,802	0,822	0,020		98	
15. „	„	„	0,664	0,105	0,769	0,804	0,035		96	
18. „	„	„	0,736	0,104	0,840	0,837		0,003	100	
22. „	„	„	0,667	0,111	0,778	0,822	0,044		95	
					Im Mittel		**0,033**	**0,003**	**97**	**97**
15. Nov.	823 Wiesenheu 119 Kleber	II u. III	1,416	0,112	1,528	1,522		0,006	100	
18. „	„	„	1,736	0,142	1,878	1,892	0,014		99	
22. „	„	„	1,621	0,121	1,742	1,719		0,023	101	
					Im Mittel		**0,014**	**0,015**	**100**	**100**
8. Dec.	849 Wiesenheu 262 Kleber	II	2,506	0,088	2,594	2,461		0,133	105	
11. „	„	„	2,411	0,081	2,892	2,453		0,039	102	
13. „	„	„	2,400	0,101	2,501	2,479		0,022	101	
16. „	„	„	2,370	0,089	2,459	2,522	0,063		98	
1869					Im Mittel		**0,063**	**0,065**	**102**	**102**
12. Jan.	771 Wiesenheu	III	0,614	0,113	0,727	0,752	0,025		97	
14. „	„	„	0,638	0,124	0,762	0,782	0,020		97	
18. „	„	„	0,518	0,119	0,637	0,689	0,052		92	
20. „	„	„	0,498	0,126	0,624	0,663	0,039		94	
					Im Mittel		**0,034**		**95**	**95**
12. Jan.	963 Wiesenheu	II	0,670	0,160	0,830	0,832	0,002		100	
14. „	„	„	0,627	0,174	0,801	0,840	0,039		95	
17. „	„	„	0,670	0,160	0,830	0,875	0,045		95	
18. „	„	„	0,641	0,138	0,779	0,838	0,059		93	
20. „	„	„	0,622	0,135	0,757	0,822	0,065		92	
					Im Mittel		**0,042**		**95**	**95**

Ein Blick auf die letzte Columne der vorstehenden Tabellen zeigt, dass mit einer einzigen Ausnahme, nämlich in dem sehr stickstoffarmen Heu-Stärke-Harn, welchen wir vorläufig von der Diskussion ausschliessen, der Stickstoff in Harnstoff und Hippursäure mit dem direkt bestimmten Stickstoff bei der verschiedenartigsten Ernährung sehr nahe übereinstimmt.

Im grossen Durchschnitt können wir annehmen, dass der aus Harnstoff und Hippursäure berechnete Stickstoff um circa 3 Proc. hinter dem direkten Stickstoff zurückbleiben wird. Eine Ausnahme hiervon bilden in der vorstehenden Zusammenstellung nur die Versuche in dem sehr stickstoffreichen Kleberharn mit 100 und 102 Proc. Wir haben bei den analytischen Methoden schon darauf hingewiesen, dass aus stickstoffreichem Harn eine sehr unreine Hippursäure durch die Methode der Hippursäurebestimmung ausgeschieden wird, dasselbe war auch in sehr hohem Grade beim Kleberharn der Fall, es ist daher leicht möglich, dass das beobachtete Plus in dem durch die Verunreinigungen bedingten zu hohen Ausfall der Hippursäurebestimmung seine Erklärung findet.

Wir können uns daher nach den Zahlen der Tabelle I dahin aussprechen, dass man in allen Fällen aus Harnstoff und Hippursäure im Schafharn sehr annähernd dieselbe Stickstoffmenge finden wird als durch direkte Bestimmung. In den überwiegend meisten Fällen wird der berechnete Stickstoff, wie nach dem geringen Gehalt des Harns an Ammoniak etc. zu erwarten, um 2—3 Proc. hinter dem wirklichen Gehalte zurückbleiben, in den wenigen Fällen, in welchen ein Plus auftreten sollte, ist mit Sicherheit anzunehmen, dass dasselbe kaum über der analytischen Fehlergrenze liegen wird.

Wir haben daher bei den Stoffwechselversuchen mit Schafen kein Bedenken getragen, täglich nur Harnstoff- und Hippursäurebestimmungen auszuführen und haben zur Controle und Correktion nur jeden dritten oder vierten Tag den Stickstoff direkt bestimmt. Für die Tage, an welchen direkte Stickstoffbestimmungen nicht vorlagen, wird eine Correktion in der Weise eingeführt, dass man das Verhältniss des aus Harnstoff und Hippursäure summirten Stickstoffs zum direkt bestimmten Stickstoff an den zunächst liegenden Tagen, für welche Harnstoff, Hippursäure und direkter Stickstoff bestimmt

ist, ermittelt und mit dem arithmetischen Mittel dieser Verhältnisse, die aus Harnstoff und Hippursäure berechneten Stickstoffzahlen der zwischenliegenden Tage multiplicirt.

Wir bemerken, dass das beschriebene Correktionsverfahren von Herrn Prof. Henneberg angegeben und seit längerer Zeit in Weende benutzt ist.

Eine Controle für die Richtigkeit des Verfahrens glauben wir in dem Umstande finden zu können, dass wir bei zahlreichen Versuchen über Stickstoffgleichgewicht in allen den Fällen unter Anwendung des besagten Verfahrens so genau wie möglich sämmtlichen Stickstoff der Einnahmen in den Ausgaben (Harn, Koth und Wolle) wiederfanden bei den Rationen, welche ihrer Zusammensetzung nach als Erhaltungsrationen zu bezeichnen waren.

Wir haben nun noch die Zahlen des Heu-Stärke-Versuches zu besprechen. Bei diesem Versuch wurden nur 72, 80, 70, 82 Proc. des Gesammtstickstoffs durch die Harnstoff- und Hippursäurebestimmung gefunden. Es ist dieses Deficit ohne Zweifel dem Umstande zuzuschreiben, dass die Harnstoffbestimmungen in dem nur 0,3—0,4 Proc. Harnstoff enthaltenden Harn zu niedrig ausgefallen sind. Es empfiehlt sich daher, in sehr stickstoffarmem Harn die direkten Stickstoffbestimmungen so häufig als irgend möglich auszuführen. Trotzdem liegt es auf der Hand, dass, unter Anwendung des oben beschriebenen Correktionsverfahrens, die Zahlen für den Gesammtstickstoff auch hier sehr annähernd richtig erhalten werden, weil das Deficit in allen Fällen ein einigermaassen constantes war. Es wurde bei dem Erhaltungsfutter dieses Versuches anstatt einer täglichen Einnahme von 14,2 Grm. eine tägliche Ausgabe von 14,0 Grm. beobachtet.

Uebereinstimmend mit unseren Bestimmungen ist bereits früher in Weende durch Versuche über den Stoffwechsel des volljährigen Schafs bei Beharrungsfutter, deren analytische Arbeiten die Verfasser dieses ausführten, ein ganz gleiches Verhalten in Betreff des Stickstoffs im Harn beobachtet. Es betrug damals der Stickstoff in Harnstoff und Hippursäure 96,6 Proc. des direkt bestimmten Stickstoffs. (Vgl. d. Referat von Henneberg über diese Versuche im Journ. f. Landwirthschaft 1869, S. 322.)



Wir sind ferner ermächtigt zu erklären, dass bei einer grossen Versuchsreihe, welche in Weende mit Ochsen ausgeführt und augenblicklich in Bearbeitung begriffen ist, dieselben Beobachtungen über den Stickstoff aus Harnstoff und Hippursäure gemacht wurden.

Um so auffallender ist es daher, dass Stohmann für die Ziege zu durchaus abweichenden Resultaten gekommen ist, wie bereits Eingangs dieser Arbeit hervorgehoben wurde.

Wir lassen zunächst die Zahlen der Stohmann'schen Arbeit folgen, um zu zeigen, wie bedeutend diese Abweichungen im Vergleich zu den von uns ausgeführten Bestimmungen sind. Dieselben sind aus den Tabellen von Stohmann's Untersuchung „Ueber die Ernährungsvorgänge des milchproducirenden Thiers" (Journ. f. Landwirthschaft 1868, p. 156 u. 157) entnommen.

Tabelle II.

Ueber das Verhältniss von Stickstoff aus Harnstoff und Hippursäure zum direkt bestimmten Stickstoff im Ziegenharn nach Stohmann.

Datum	Ziege Nr. I. Ration: 1050 Grm. Wiesenheu, 375 „ Leinkuchen						Ziege Nr. II. Ration: 1160 Grm. Wiesenheu, 375 „ Leinkuchen					
	Stickstoff aus Harnstoff	Stickst. aus Harnst. + Hippursäure	Stickstoff direkt bestimmt	direkt weniger gefunden als in Harnst. u. Hippurs.	100 Stickst. dir. best. : Stickst. aus Harnst.	100 Stickst. dir. best. : Stickst. aus Harnst. u. Hippurs.	Stickstoff aus Harnstoff	Stickst. aus Harnst. + Hippursäure	Stickstoff direkt bestimmt	direkt weniger gefunden als in Harnst. u. Hippurs.	100 Stickstoff dir. best. : Stickst. aus Harnst.	100 Stickstoff dir. best. : Stickst. aus Harnst. und Hippurs.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.			Proc.	Proc.	Proc.	Proc.		
12. Mai	0,70	0,74	0,57	0,17	122	130	1,30	1,43	1,15	0,28	112	121
17. „	0,74	0,79	0,64	0,15	116	124	1,18	1,30	1,10	0,20	107	118
21. „	0,64	0,69	0,54	0,15	119	127	1,13	1,26	1,06	0,20	107	119
23. „	0,72	0,78	0,65	0,13	111	121	1,08	1,20	1,03	0,17	104	116
25. „	0,58	0,61	0,40	0,21	146	152	1,17	1,32	1,09	0,23	107	121
30. „	0,48	0,50	0,38	0,12	127	133	1,15	1.26	0,92	0,34	126	138
31. „	0,65	0,70	0,51	0,19	128	137	0,99	1,10	0,94	0,16	106	117
1. Juni	0,64	0,66	0,48	0,18	133	137	1,21	1,34	1,16	0,18	105	116
3. „	0,57	0,58	0,38	0,20	151	155	1,22	1,35	1,16	0,19	105	117
4. „	0,75	0,77	0,48	0,29	156	160	1,26	1,36	1,16	0,20	108	118
„ „			0,53	0,24	141	146			1,06	0.30	119	129
5. „	0,71	0,73	0,46	0,27	155	160	1,28	1,40	1,10	0,30	117	127
			Mittel	0,19	134	140			Mittel	0,23	110	121

Aus den vorstehenden Zusammenstellungen ist zu ersehen, dass die von uns beobachtete Uebereinstimmung zwischen Stickstoff aus Harnstoff und Hippursäure und direkt bestimmtem Stickstoff hier nicht stattfindet. Schon der aus dem Harnstoffgehalt allein berechnete Stickstoff übersteigt in allen Fällen den direkt beobachteten Stickstoff um ein Bedeutendes. Noch ungünstiger wird natürlich das Verhältniss, wenn der in der Hippursäure enthaltene Stickstoff dazu in Rechnung gezogen wird; es finden sich Bestimmungen, namentlich bei Ziege I, bei welchen der Stickstoff in Harnstoff und Hippursäure 150—160 Proc. des wirklichen Stickstoffgehalts ergeben.

Stohmann erklärte daher die Methode der Harnstoff- und Hippursäurebestimmung für unbrauchbar, um durch dieselbe im Ziegenharn den Stickstoffgehalt auch nur annähernd zu ermitteln und spricht sich (Journ. f. Landwirthschaft 1868, S. 154) dahin aus:

> „Es müssten offenbar im Ziegenharn, im Gegensatze zu „dem der Rinder und Hunde, Körper vorkommen, die ent„weder stickstoffhaltig seien und grössere Mengen von Queck„silberoxyd in Verbindung zögen als der Harnstoff, oder es „könnten sich stickstofffreie Stoffe mit dem Quecksilberoxyd „verbinden. Welcher Art diese Stoffe seien, darüber fehle „jede nähere Kenntniss etc. . . . .“

Bevor der Nachweis geführt war, dass im Ziegenharn wirklich derartige Körper vorkämen,[1]) bevor man dieselben dargestellt und ihr Verhalten gegen Quecksilberlösung geprüft hatte, durfte man bei der schon mehrfach hervorgehobenen Uebereinstimmung in den Ernährungsvorgängen zwischen Schaf, Rind und Ziege gegen die von Stohmann aufgestellte Behauptung gewisse Bedenken haben. Man musste es für sehr unwahrscheinlich halten, dass im Stoffwechsel der in allen übrigen Verhältnissen sich so ähnlich ver-

---

1) Eine solche Verbindung ist allerdings die von Thudichum dargestellte und beschriebene Kryptophansäure. (Chem. Centralbl. 1870. 299. Centralbl. med. Wiss. VIII. 195. 209. J. Chem. Soc. VIII. 116.) Thudichum verlangt in Folge des Vorkommens dieser Säure die Einführung einer Correktion für Kryptophansäure bei der Liebig'schen Harnstoffbestimmung. Bevor jedoch dieses Verlangen als berechtigt anerkannt werden kann, dürfte der Nachweis zu liefern sein, dass die Kryptophansäure im Harn in irgend wesentlicher Menge vorkommt

haltenden Thiere bei gleicher Ernährung so durchaus abweichende Verbindungen, welche noch dazu im Harn keiner Thierart beobachtet sind, gebildet werden könnten.

Wir wurden durch solche Erwägungen veranlasst, eine Reihe von Harnstoff- und Hippursäurebestimmungen im Ziegenharn vorzunehmen.

Ueber die Ausführung bemerken wir, dass der zur Untersuchung gelangende Harn der gemischte Harn von zwei 2—3jährigen Ziegen war und dass derselbe direkt aufgefangen wurde. Die Ziegen blieben in ihren gewohnten Verhältnissen und wurden durch keine äusseren Einflüsse gestört. Um den Harn unter möglichst verschiedenen Verhältnissen untersuchen zu können, wurden den Ziegen in mehreren Perioden Rationen von sehr wechselnder Zusammensetzung dargereicht. Dieselben erhielten in der

I. Periode: Ihr gewöhnliches Futter — Grünzeug, Gras, Küchenabfälle;

II. „ Wiesenheu;

III. „ Um möglichst stickstoffreichen Harn untersuchen zu können, neben Heu und Grünfutter pro Kopf 100 Grm. Kleber und 100 Grm. Gerste;

IV. „ Heu und Leinkuchen, — da Stohmann bei Fütterung von Heu und Leinkuchen die Differenzen zwischen Stickstoff in Harnstoff und Hippursäure und direktem Stickstoff beobachtet hatte.

Die Bestimmungsmethoden waren genau dieselben wie beim Schafharn.

In den vier verschiedenen Perioden wurden nun die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Verhältnisse beobachtet.

Tabelle III.

Ueber das Verhältniss von Stickstoff aus Harnstoff und Hippursäure zum direkt bestimmten Stickstoff im **Ziegenharn.**

Datum 1870	Tageszeit	Fütterung	Harnstoff	Hippursäure	Stickstoff aus Harnstoff	Stickstoff aus Hippursäure	Stickstoff aus Harnstoff + Hippursäure	Stickstoff direkt bestimmt	Die direkte Stickstoffbestimmung gab Ueberschuss	Die direkte Stickstoffbestimmung gab Deficit	100 Th. Stickstoff dir. best. : Stickstoff aus Harnstoff + Hippursäure
			Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	
30. Juni	Morgens	Grünfutter ad libitum	0,947	0,67	0,442	0,052	0,494	0,526	0,032		94
1. Juli	„	„	0,840	0,29	0,392	0,023	0,415	0,438	0,023		95
2. „	„	„	0,850	0,10	0,397	0,008	0,405	0,422	0,017		96
4. „	„	Wiesenheu ad libitum	0,482	0,63	0,225	0,049	0,274	0,272		0,002	101
6. „	„	„	0,328	0,90	0,153	0,070	0,223	0,226	0,003		99
7. „	„	Grünfutter + 100 Grm. Kleber, 100 „ Gerste pr. Kopf	0,808	—	0,377	—	0,377	0,375		0,002	101
8. „	„	„	2,118	0,20	0,988	0,016	1,004	1,016	0,012		99
9. „	„	„	1,142	0,15	0,533	0,012	0,545	0,560	0,015		97
11. „	„	Grünfutter + 200 Grm. Leinkuchen pr. Kopf	0,504	0,12	0,235	0,009	0,244	0,225		0,019	108
11. „	Nachm.	„	1,107	0,37	0,517	0,029	0,546	0,536		0,010	102
12. „	Morgens	„	0,863	0,20	0,403	0,016	0,419	0,413		0,006	101
13. „	„	„	1,109	0,34	0,518	0,027	0,545	0,555	0,010		98
13. „	Nachm.	„	0,548	—	0,256	—	0,256	0,267	0,011		96
						Mittel aus allen Bestimmungen					99
						mit Ausnahme d. Bestimmung v. 11.					98

Schon ein oberflächlicher Blick auf die Zahlen der vorstehenden Tabelle genügt, um darzuthun, dass bei unseren Bestimmungen Differenzen, wie dieselben Stohmann beobachtete, nicht vorkommen, und dass in allen Fällen eine genügende Uebereinstimmung des auf beide Methoden bestimmten Stickstoffs erreicht wurde. Die grösste procentische Differenz des aus Harnstoff und Hippursäure berechneten Stickstoffs gegen den Gesammtstickstoff betrug bei unseren Bestimmungen + 0,019 und — 0,032 Proc. Differenzen, welche an und für sich schon zulässig sind und sich im Mittel aller Bestimmungen auf — 0,015 und + 0,008 Proc. reduciren. Gehen wir die Zahlen der letzten Columne, welche angeben, wie viel Stickstoff in Harnstoff und Hippursäure auf 100 Theile direkt bestimmten Stickstoffs gefunden wurde, durch, so sehen wir, dass in den meisten Fällen, wie bei den Bestimmungen im Schafharn, ein Deficit von ca. 3 Proc. beobachtet wurde, und dass der Ueberschuss, welcher in einigen Fällen beobachtet wurde, sich mit 101, 101, 101, 102 nur um ein Geringes über die direkte Zahl erhebt. Die einzige Bestimmung, welche 108 ergab, findet ihre Erklärung in dem niedrigen Stickstoffgehalt des Harns von diesem Tage (mit 0,244 % Stickstoff), da die absolute procentische Differenz (mit + 0,019) sich durchaus in den zulässigen Fehlergrenzen bewegt.

Durchschnittlich wurden im Ziegenharn 98 — 99 Proc. des Gesammtstickstoffs in der ermittelten Hippursäure und dem Harnstoff gefunden.

Wir können daher nach unseren Versuchen an die Existenz von Körpern, wie sie Stohmann im Ziegenharn vermuthet, nicht glauben. Wir bezweifeln den Gehalt des Ziegenharns an derartigen Körpern so lange, bis man dieselben dargestellt und ihr Verhalten zu salpetersaurem Quecksilber geprüft hat. Im Schafharn haben wir den Nachweis von derartigen Körpern während einer langen Wiesenheu-Fütterung versucht, ohne zu einem positiven Resultate zu gelangen. Wir sammelten zu dem Zweck die Quecksilberniederschläge von den täglichen Harnstoffbestimmungen; dieselben wurden durch Waschen mit Wasser von den löslichen Stoffen befreit und mit Schwefelwasserstoff zersetzt. Ausser Harnstoff konnten nur Spuren von anderen Körpern nachgewiesen werden, trotzdem die Menge

des in Arbeit genommenen Quecksilberniederschlages eine sehr bedeutende gewesen war.

Wir können nach diesem Versuche behaupten, dass die Menge der auf die Harnstoffbestimmung influirenden Stoffe im Schafharn nur eine ausserordentlich geringe sein kann.

Eine Erklärung für das vollständig abweichende Resultat unserer Versuche von denjenigen Stohmann's sind wir nicht im Stande zu geben. Man könnte versucht sein sie darin zu finden, dass bei Stohmann's Versuchen der Harn, welcher nicht direkt, sondern auf einer gefirnissten Holzplatte aufgefangen wurde, eine Zersetzung erlitten haben könnte, da die Platte nicht mit Wasser nachgespühlt und gereinigt wurde. Da indessen die einzig möglichen Zersetzungsprodukte des Harnstoffs, die Ammoniakverbindungen, bei der Rautenberg'schen Harnstoffbestimmung durch Kochen mit gebrannter Magnesia entfernt werden, so hätte Stohmann in dem Harn seiner Ziegen höchstens zu wenig Stickstoff durch die Harnstoffbestimmung finden müssen, während seine Bestimmungen für Harnstoff allein schon ein Plus von 10—34 Proc. ergeben.

Wir können zum Schlusse die Resultate unserer Versuche dahin zusammenfassen, dass im Harn der Wiederkäuer stickstoffhaltige Körper ausser Harnstoff und Hippursäure in wesentlicher Menge nicht vorkommen, und dass es möglich ist, mit sehr annähernder Genauigkeit aus dem Stickstoffgehalt dieser beiden Körper den Gesammtstickstoffgehalt des Harns der Wiederkäuer zu bestimmen.

Landw. Versuchsstation Weende-Göttingen, November 1870.

Der Stoffumsatz bei der Phosphorvergiftung.

Von

Dr. Jos. Bauer.

Seit man weiss, dass der Phosphor im Thierkörper eine akute allgemeine Verfettung hervorbringt, hat man das hohe wissenschaftliche Interesse, das sich an diese Thatsache knüpft, nicht verkannt, denn die Anhäufung von Fett ist eine der am häufigsten vorkommenden pathologischen Veränderungen der Organe.

Mit dem Mikroskope erkennt man nur als Endprodukt das Fett, aber nicht woher es stammt. Die neuerdings gemachten Erfahrungen über die Bildung des im normalen Zustande auftretenden Fettes sind geeignet, auch Licht auf das unter krankhaften Umständen entstehende zu verbreiten.

Bei dem Auftreten des Fettes bei der Phosphorvergiftung könnte aus der Nahrung oder aus irgend einem anderen Orte des Körpers stammendes Fett abgelagert werden; es ist möglich, dass eine solche Infiltration normal für das Unterhautzellgewebe, wie Subbotin meint, nicht vorkömmt, für die Zellen der Milchdrüse muss sie nach den Versuchen von Voit einstweilen noch angenommen werden. Oder es entsteht das Fett im Zelleninhalte und zwar nach den vorzüglich von Voit beigebrachten Thatsachen aus eiweissartigen Substanzen unter Abspaltung stickstoffhaltiger Zersetzungsprodukte; [1]) dabei könnte die Grösse dieser Zersetzung die normale nicht über-

1) In einem Referate über die Arbeit von Fleischer (im Centralblatt f. d. med. Wiss. 1870 Nr. 52) steht: „nach den vorstehenden mit grosser Sorgfalt ausgeführten Versuchen ist die Voit'sche Hypothese über die Fettbildung zwar nicht widerlegt, jedoch ergeben sich daraus gewichtige Bedenken gegen dieselbe."

treffen, also der Bestand der Zelle an Eiweiss durch regelmässige Zufuhr von cirkulirendem Eiweiss erhalten bleiben, und nur das in gewöhnlicher Menge aus Eiweiss entstandene Fett nicht weiter verändert werden und da liegen bleiben, wo es gebildet worden ist; es könnte aber auch mehr Eiweiss als normal zerfallen und zwar vorzüglich das sonst in den Organen fester gebundene Eiweiss, womit dann eine Atrophie des Zellenleibes oder sogar eine wirkliche Zerstörung der organisirten Gebilde verbunden wäre; nur in dem letzteren Falle hätte man es mit einem irreparabeln, den Bestand der Zelle vernichtenden Processe zu thun, während in den übrigen Fällen die Zellen existenzfähig und funktionstüchtig bleiben, sich ihres in Quantität abnormen Inhaltes wieder entledigen oder den Verlust wieder ersetzen können und höchstens in den äussersten Graden durch den Druck des angesammelten Fettes oder an zu grosser Verarmung an Eiweiss zu Grunde gehen.

Wenn das Fett einfach durch Nichtverbrennen des zugeführten oder des aus dem Eiweiss in der Zelle ganz normal abgespaltenen Fettes sich anhäuft, so wird aus irgend einem Grunde nicht genügend Sauerstoff zur Verbrennung desselben zugeführt. Ein Beispiel für einen solchen Vorgang ist die bekannte Fettablagerung bei einem Säufer, bei welchem unter dem Einflusse des Alkohols die Sauerstoffabsorption in das Blut gehindert ist; oder eine lange dauernde Anämie z. B. nach grossen Blutverlusten, wo der geringen Zahl der Blutkörperchen halber wenig Sauerstoff aufgenommen wird; oder eine ungenügende Blutzufuhr zu einem Organe; oder eine zu reichliche Ablagerung von Fett in dem Organismus. Ein solcher Process könnte auch bei der Vergiftung mit Phosphor vorliegen, indem der Phosphor zu seiner Verbrennung Sauerstoff in Beschlag nimmt oder auf irgend eine andere Weise den Uebertritt von Sauerstoff in den Körper oder die Organe beeinträchtigt. In diesem Falle könnte der Umsatz des Eiweisses ungeändert bleiben,

---

Ich muss bemerken, dass in der Fleischer'schen Abhandlung nichts enthalten ist, was gegen meine Hypothese spricht oder ich nicht selbst berücksichtiget hätte, dass vielmehr umgekehrt die Deckung des Milchfettes durch das Fett der Nahrung und durch das aus dem Eiweiss möglicherweise sich abspaltende Fett auch bei ärmlicher Ernährung des Thieres ein Grund dafür ist. V.

der des Fettes aber müsste reducirt sein, während der Sauerstoff zugleich in geringerer Quantität eintritt.

Anders würde sich wohl der Hergang bei dem Zugrundegehen der Zelle gestalten; es ist dann nicht eine Aufspeicherung oder Nichtverbrennung von normal gebildetem Fett in einer sonst gesunden Zelle, sondern es ist der Zellenleib selbst betheiligt, indem das sonst fester gebundene und die Zellenform constituirende sogenannte Organeiweiss in ausgedehnterem Maasse in die Zerstörung hereingezogen wird und dadurch auch die Form der Zelle zu Grunde geht. Ein Beispiel eines solchen Ausgangs ist das letzte Stadium der akuten gelben Atrophie der Leber, die in kurzer Zeit zu einer bedeutenden Volumenabnahme des Organes führt. Hiebei wird wahrscheinlich mehr Eiweiss als unter sonst gleichen Verhältnissen im gesunden Zustande zerstört werden; die Zersetzungsprodukte können zum Theil im Harn abgeschieden, zum Theil aber im kranken Organe liegen bleiben, wie z. B. das Fett oder auch das Leucin und Tyrosin bei der akuten Leberatrophie.

Es gilt noch nicht als entschieden, ob die Verfettung bei der Phosphorvergiftung ähnlich wie bei der akuten Leberatrophie mit einem die Form der Zelle angreifenden Process, als Ausgang einer parenchymatösen Entzündung, zusammenhängt, oder ob dabei nur eine einfache Stauung von Fett stattfindet, mag dieses Fett dem Organe von Aussen zugeführt worden oder in ihm durch Zerfall einer normalen oder anormalen Menge Eiweiss entstanden sein. Man hat für die letztere die häufig bedeutende Volumenzunahme der Leber bei der Phosphorvergiftung geltend gemacht, während dieses Organ bei der akuten Atrophie meist zu einem kleinen lederartigen Lappen zusammengeschrumpft gefunden wird.

Es wird ungemein schwierig sein, für die akute Leberatrophie den degenerativen Vorgang durch einen gesteigerten Zerfall von Eiweiss im Körper nachzuweisen, und zwar vor Allem wegen der Schwere und des raschen Ablaufs der Erkrankung, was eine genaue Controle der Einnahmen und Ausgaben fast unmöglich macht; dann aber auch, weil ein Theil der stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte, z. B. das schwerlösliche Leucin oder Tyrosin, in den

Organen liegen bleibt, wodurch jede Messung des Eiweissumsatzes vereitelt wird.

Dass während der Phosphorintoxikation der Stoffumsatz mancherlei Veränderungen von dem normalen erfährt, ist durch mannigfache Beobachtungen dargethan.

Am längsten bekannt ist das ziemlich häufige Auftreten von Ikterus nach Phosphorvergiftung, eine Erscheinung, welche bekanntlich verschiedene Interpretation erfahren hat, deren hämatogene Entstehung aber immer mehr an Boden verliert; ist ja doch diejenige Beobachtung, welche am meisten für einen solchen Vorgang zu sprechen schien, nämlich das Auftreten von Gallenpigment nach Injektion von Hämaglobin, durch Naunyn widerlegt worden. Auch Prof. Voit hat nach Einspritzung einer ansehnlichen Menge reiner Hämaglobinlösung in die Cruralvene eines Hundes keinen Gallenfarbstoff im Harn aufgefunden. Derselbe hatte ferner einmal einem Hund eine grosse Dosis Binitrobenzoesäure beigebracht, um den Uebergang in Binitrohippursäure zu beobachten; es wurde danach mehrere Tage hindurch ein intensiv blutroth aussehender Harn entleert, in dem jedoch keine Blutkörperchen nachzuweisen waren; die Binitrobenzoesäure entzieht wie die Gallensäuren den Blutkörperchen das Hämaglobin, das als solches und nicht in Gallenfarbstoff verwandelt in den Harn übergeht. Es ist vollkommen richtig, dass nach der Einspritzung von viel in Oel suspendirtem Phosphor in eine Vene, nach dem Austreten des Qualms des oxydirten Phosphors im Athem, aus den Luftwegen häufig eine blutige, lackfarbene Flüssigkeit ohne Blutkörperchen entleert wird; es ist aber unrichtig, dass der Phosphor aus den Blutkörperchen das Hämaglobin aufnimmt und durch Umwandlung desselben der Ikterus entsteht, wie ich später noch nachweisen werde. Das Auftreten des Ikterus kann einfach von der mehr oder minder raschen Entwicklung der Fettleber abhängig sein.

Die Phosphorvergiftung bedingt häufig Albuminurie; dieses Symptom ist jedoch nicht immer vorhanden, da die Verfettung der Epithelien der Harnkanälchen nicht in allen Fällen zu einer Desquamation derselben führt, die erst den Uebergang von Eiweiss in den Harn bedingt.

Zahlreiche Beobachtungen finden sich über das Verhalten der im Harn ausgeschiedenen Zersetzungsprodukte bei der Phosphorvergiftung. In neuerer Zeit haben vor Allem Schultzen und Riess hierüber treffliche Untersuchungen angestellt und dadurch unsere Kenntnisse über die Vorgänge bei der Phosphorvergiftung wesentlich erweitert. Sie kamen zu dem Schlusse, dass dabei in Folge der unvollkommenen Oxydation die normale Spaltung der Albuminate und stickstofffreien Stoffe nicht immer bis zu Harnstoff einerseits und Kohlensäure und Wasser anderseits vorschreitet, sondern bei anderen Zwischenstufen stehen bleibt, so dass der Harnstoff aus dem Harne bei höheren Graden der Vergiftung beinahe vollständig verschwindet und statt seiner andere stickstoffhaltige Produkte auftreten, und das colloide Fett unverbrannt in den Organen sich anhäuft. Als derartige Zwischenprodukte der Eiweisszersetzung unter der Einwirkung des Phosphors waren von einigen Forschern das Leucin und das Tyrosin bezeichnet worden. Schultzen und Riess konnten jedoch das Vorkommen dieser Stoffe im Harn nicht bestätigen, im Gegensatze zu der akuten gelben Atrophie der Leber, für welche Krankheit dieselben zuerst von Frerichs geradezu als pathognostisch erkannt worden waren. Dagegen fanden sie, sobald beim Menschen in Folge der Vergiftung stärkere Allgemeinerscheinungen und der lethale Ausgang eintraten, ein Sinken des Harnstoffgehalts bis auf minimale Mengen, und an Stelle desselben andere, sonst nicht verhandene stickstoffhaltige Materien, namentlich in Alkohol unlösliche peptonähnliche Substanzen und in grosser Quantität in Alkohol lösliche Extraktivstoffe neben ansehnlichen Mengen von Fleischmilchsäure. In leichteren Fällen, bei denen Besserung eintrat, war beim Menschen noch viel Harnstoff, aber weder eine peptonähnliche Materie, noch Fleischmilchsäure nachzuweisen; beim Hunde war auch bei tödtlichem Ausgange bis zuletzt viel Harnstoff im Harne vorhanden und die genannten abnormen Bestandtheile, bis auf geringe Mengen Milchsäure in einzelnen Fällen, nicht zugegen.

So wichtige Aufschlüsse aber auch die Untersuchung der qualitativen Veränderungen der Harnbestandtheile ergab, so wird doch erst die quantitative Bestimmung, vor Allem das Studium der Grösse

der Eiweiss- und Fettzersetzung und der Sauerstoffaufnahme, uns einen weiteren Einblick in die Processe bei der Phosphorvergiftung und die Entstehung des Fettes dabei verschaffen.

Schultzen und Riess scheinen, obwohl sie in dieser Richtung ihre Versuche nicht ausgedehnt haben, anzunehmen, dass bei der Phosphorvergiftung die Grösse der Stickstoffausscheidung im Harne nicht geändert sei; der Eiweissumsatz wäre dann wie normal, nur würden unter dem Einflusse des Phosphors und der Oxydationshemmung höhere Spaltungsprodukte entfernt oder angehäuft.

Am Menschen bietet eine Untersuchung in diesem Sinne dieselben Hindernisse wie bei der akuten Leberatrophie. Vergiftet sich ein vorher gesunder, gut genährter Mensch mit Phosphor, so ändern sich in Folge der geringeren Nahrungszufuhr die Bedingungen der Zersetzung und es ist eine Controle der Stickstoffausscheidung, d. i. der Entscheid einer Zu- oder Abnahme derselben in dem Momente, in welchem der Phosphor seine Wirkung zu entfalten beginnt, sehr misslich, abgesehen von der Schwierigkeit eines Experimentes mit einem so schwer erkrankten Menschen wie bei den höheren Graden der Phosphorvergiftung.

Es ist daher gewiss gerechtfertigt, zur Ergänzung der schwierigen Untersuchung am Menschen das Experiment am Thier zu Hilfe zu nehmen. Eine derartige für unsere Frage bedeutungsvolle Arbeit wurde vor einigen Jahren unter Panum's Leitung von O. Storch ausgeführt. Es handelte sich dabei vorzüglich um die Frage, in welcher Form der Phosphor als Gift wirkt, ob als solcher oder im oxydirten Zustande, wie Munk und Leyden meinten. Der Phosphor wurde einem Hunde gegeben, als nach siebentägigem Hunger die Ausscheidungsgrösse des nach Liebig titrirten Harnstoffs gleichmässig geworden war; derselbe bewirkte eine Steigerung der Harnstoffmenge und einen beträchtlicheren Gewichtsverlust, als vorher bei Hunger ohne Phosphor beobachtet worden war. Die von Storch erhaltenen Zahlen sind folgende:

Tag	Phosphor gegeben in Gran	Harnstoff im Harn	Phosphorsäure im Harn
1.	—	20,7	6,04
2.	—	6,8	0,97
3.	—	5,4	1,98
4.	—	4,6	1,13
5.	—	6,0	1,43
6.	—	6,7	1,54
7.	—	4,7	1,06
8.	1,5	9,6	2,00
9.	0,5	12,7	2,77
10.	1,0	21,1	3,76
11.	1,5	9,1	1,90

Aus der beträchtlichen Zunahme der (nach der Liebig'schen Titrirmethode bestimmten) stickstoffhaltigen Ausscheidungsprodukte schliesst der Verfasser, dass der Phosphor auf die Gewebe als Reiz wirke, wodurch dieselben und zwar in erster Linie ihre Albuminate in den Zerfall gezogen würden; da eine derartige Veränderung des Stoffumsatzes bei entsprechenden Gaben von Phosphorsäure nicht eintrat, so kann nach ihm der Phosphor nicht als Phosphorsäure jene Wirkung hervorgebracht haben. Das Resultat steht jedoch, wie ich gleich näher erörtern werde, nicht fest, weil die Liebig'-sche Methode, namentlich wenn neben dem Harnstoff noch andere Stoffe in grösserer Menge vorhanden sind, nicht völlig zuverlässig ist.

Die Annahmen, welche wie mir scheint Schultzen und Riess über den Einfluss des Phosphors auf den Eiweissumsatz machen, und die Angabe von Storch stehen in Widerspruch. Um nun diese auch für die Ursachen des Eiweisszerfalls im Thierkörper wichtige Frage zu entscheiden, habe ich einen Versuch gemacht, der dem von Storch durchgeführten ganz analog ist

Es wurde zu diesem Zwecke ein grosser, gut genährter Hund auf Hunger gesetzt und der täglich entleerte Harn aufgefangen. An den ersten Tagen wurde zur annähernden Bestimmung des im Harn enthaltenen Stickstoffs mit salpetersaurem Quecksilberoxyd nach Liebig titrirt. Da aber nach den Analysen von Prof. Voit diese Methode nicht den Harnstoff, sondern, weil viele der übrigen

im Harn vorkommenden stickstoffhaltigen Substanzen ebenfalls durch salpetersaures Quecksilberoxyd gefällt werden, vielmehr den Stickstoff im Harne angiebt[1]), so wurde später zur genauen Ermittelung des gesammten Stickstoffgehaltes der Harn nach der Schneider-Seegen'schen Methode mit Natronkalk verbrannt und die vorgelegte Schwefelsäure mit Baryt titrirt; es wäre nämlich wohl möglich gewesen, dass die unter pathologischen Verhältnissen bei der Phosphorvergiftung ausgeschiedenen Stoffe die Stickstoffbestimmung durch salpetersaures Quecksilberoxyd ganz ungenau gemacht hätten.

Um die Harnstoffmenge zu erfahren, ist vielleicht die Bunsen'sche Methode ein brauchbares Mittel, obwohl man auch hier nicht weiss, ob nicht manche Extraktivstoffe des Harns mit einer ammoniakalischen Chlorbaryumlösung bei 230° C. ebenfalls kohlensauren Baryt liefern. Sie sollte bei dem nachstehenden Versuche verwendet werden, allein die Bestimmungen missglückten leider, da das Oelbad nicht die zur Zerlegung nöthige Temperatur erreicht hatte und deshalb die Ueberführung in kohlensauren Baryt unvollständig blieb. Es wäre die Kenntniss der Harnstoffquantität um so erwünschter gewesen, da man, wenn der Stickstoff des Harnstoffs den Gesammtstickstoff nicht gedeckt hätte, auf die Vermehrung der anderen stickstoffhaltigen Zersetzungsstoffe hätte schliessen können.

Es wurde jedoch die Prüfung des Harns auf Leucin und Tyrosin vorgenommen. Zu diesem Behufe wurde täglich eine grössere Urin-

---

1) In dem Centralblatt f. d. med. Wiss. 1870 Nro. 28 S. 448 behauptet Kerner, dass sich „dieser Ausspruch von Voit sicher nur auf oberflächliche Beurtheilungen der Stickstoffausscheidung, nicht aber auf exaktere vergleichende Untersuchungen beziehen kann.“ Es wäre Pflicht, ehe man auf solche Weise über die Arbeiten Anderer aburtheilt, dieselben zuerst anzusehen; Kerner hätte dann gefunden, dass ich eine grosse Anzahl vergleichender Untersuchungen gemacht habe. Ich sage nicht, dass aller Stickstoff durch salpetersaures Quecksilberoxyd gefällt wird, sondern dass neben dem Harnstoff auch noch die meisten anderen stickstoffhaltigen Stoffe im Niederschlage sich befinden; es ist auch nicht wahrscheinlich, dass in der mit letzteren aus 1 C. C. der Quecksilberlösung entstandenen Fällung wie beim Harnstoff gerade 4,7 M. Gr. Stickstoff enthalten sind. Aber die vergleichenden Bestimmungen ergeben, dass man aus der verbrauchten Menge der Quecksilberlösung nahezu die Menge des Stickstoffs im Harn zu berechnen vermag. Wenn Kerner vor der Anwendung der Quecksilberlösung den Harn mit Bleizucker ausfällt, so entfernt er damit einen Theil jener stickstoffhaltigen Substanzen. V.

menge mit basisch-essigsaurem Bleioxyd ausgefällt, das Filtrat vom überschüssigen Blei durch Schwefelwasserstoff befreit und die Flüssigkeit zum dicken Syrup abgedampft. Nach längerem Stehen wurde der entstandene Krystallbrei mit dem Mikroskope auf Leucin und Tyrosin untersucht; dann wurde derselbe mit warmem Alkohol behandelt und im unlöslichen Rückstande die bekannten Tyrosinproben vorgenommen.

Die Stickstoffausscheidung im Harne war am 5. Hungertage so weit herabgesunken, dass sie von da an annähernd constant blieb. Am 13. Hungertage erhielt das Thier Phosphor in Form von Phosphorpaste; es wurde mit ganz kleinen Dosen begonnen und allmählich mit denselben gestiegen, um den Tod durch Vergiftung so weit als möglich hinaus zu ziehen.

Ich erhielt folgende Zahlen:

	Tag	Harnmenge in C. C.	Harnstoff nach Liebig	Stickstoff aus Harnstoff gerechnet	Stickstoff mit Natronkalk
	1.	463	28,7	13,4	13,4
	2.	332	21,5	10,0	9,5
	3.	150	22,5	10,5	10,5
	4.	458	30,5	14,2	14,1
	5.	383	19,4	9,0	9,3
	6.	212	13,0	6,1	6,0
	7.	350	18,9	8,8	8,7
	8.	441	20,2	9,4	9,2
	9.	475	18,0	8,4	7,9
	10.	345	12,7	5,9	5,4
	11.	620	—	—	8,2
	12.	548	18,6	8,7	8,1
Phosphor	13.	350	16,3	7,6	7,3
Phosphor	14.	520	29,6	13,8	13,2
Phosphor	15.	615	22,9	10,7	10,1
Phosphor	16.	590	25,2	11,8	11,5
Phosphor	17.	1090	37,8	17,6	17,4
Phosphor	18.	1232	51,9	24,2	23,9
Phosphor	19.	—	—	—	13,4

Es ist darnach keinem Zweifel unterworfen, dass unter dem Einflusse des Phosphors die Stickstoffausscheidung im Harn, also der Eiweisszerfall im Körper, sehr bedeutend zunimmt und zwar im

Maximum um das dreifache. Die Steigerung ging ziemlich Hand in Hand mit der Zunahme der Vergiftungserscheinungen.

Ich muss noch bemerken, dass die nicht unbeträchtlichen Schwankungen in der Stickstoffmenge während der Hungerreihe daher rühren, dass das Thier anfangs noch nicht ganz gewöhnt war, am Ende des Versuchstages die Blase vollkommen zu entleeren. Es war beschlossen worden, während der Darreichung des Phosphors das Thier in eine Schwebe zu hängen und den Urin auf einem geneigten Blechschirme in ein Glas abfliessen zu lassen, um Verluste zu vermeiden, wenn es durch Schwäche am Aufstehen verhindert sein oder unbewusst Harn entleeren sollte. Die Vorrichtung erwies sich jedoch als ungenügend, da der Hund in derselben äusserst unruhig wurde, sich zuletzt frei machte und einen Theil des Harns aus dem Sammelgefäss verschüttete; aus diesem Grunde ist die Zahl für den 13. Versuchstag zu niedrig ausgefallen. Für die folgenden Tage wurde daher das Thier im Zimmer behalten, dessen Boden mit Oelfarbe dick angestrichen ist und den Harn nicht einsaugt, von wo er gleich nach dem Entleeren zuerst mit einer Pipette und dann mit einem angefeuchteten Schwämmchen aufgesammelt werden konnte.

Wenn auch der Hund den meisten Harn in ein untergehaltenes Glas liess, so kam doch einige Male am 17. und 18. Tage eine Entleerung auf den Zimmerboden vor. Am 19., als dem letzten Tage, liess der Hund, der nunmehr ein Bild des Elendes darstellte, häufiger Harn auf den Boden, der mit aus dem Munde abfliessendem Blute verunreiniget war; es wurde deshalb der Stickstoff in der im Stehen entleerten Portion und in der auf dem Boden gelassenen, nach der Entfernung des Eiweisses des Blutes, getrennt bestimmt. Die Stickstoffmenge war am 19. Tage geringer, zum Theil wegen des Verlustes an Harn, zum Theil wegen des herabgekommenen Körperzustandes, hauptsächlich jedoch weil am 17. Tage zum letzten Male Phosphor genossen worden war und die Wirkung desselben also nachliess.

Am Tage nach der ersten Dosis des Giftes waren die Erscheinungen sehr gering; das Thier sah nur matt und niedergeschlagen aus, und erbrach wiederholt schleimige Massen. Die Erscheinungen

steigerten sich jedoch beträchtlich am zweiten Tage; der Hund lag an demselben meist ausgestreckt auf dem Boden, er hatte oft Würgen, und lebhafte Muskelzuckungen über den ganzen Körper stellten sich ein. Es wurde daher bei Beginn des dritten Tages kein Phosphor gegeben, weshalb das Thier sich an demselben ersichtlich besser befand. Am Abend des 3. Tages erhielt es zwei etwas grössere Dosen mit etwa 1½ Gran Phosphor; allein das Gift blieb stets nur kurze Zeit im Magen, da fast unmittelbar darauf Erbrechen erfolgte. An den beiden nächsten Tagen (16. und 17.) wiederholte sich zwar das Erbrechen wieder, aber einige grössere Dosen wurden doch etwas länger zurückbehalten, und nun steigerten sich auch die Symptome. Am 18. Tage zitterte das Thier beständig, es erbrach blutige schwärzliche Massen, Blut floss ihm aus dem Munde und ging mit und ohne Fäces aus dem After ab. Am 19. Tage konnte der Hund nur mit Mühe noch stehen und war entsetzlich abgemagert; in der Nacht vom 19. auf den 20. Beobachtungstag erfolgte der Tod.

Mit salpetriger Säure haltiger Salpetersäure konnte während der Phosphorvergiftung jeden Tag im Harne ein Farbenwechsel nachgewiesen werden, allein dieser fand sich auch schon während der vorausgehenden Hungerperiode, und es liess sich nicht entscheiden, ob während der Vergiftung eine Zunahme stattgefunden.

Eiweiss war im Harne weder durch Salpetersäure noch durch die Siedehitze zu entdecken; nur am 19. Tage war es vorhanden, rührte aber von dem dem Harne beigemischten Blute her.

Die Prüfung des Harns auf Leucin und Tyrosin gab während der ersten vier Tage mikroskopisch und chemisch mit aller Sicherheit ein negatives Resultat. Bei der oben angegebenen Behandlung des Harns erstarrte der erhaltene Syrup beinahe vollständig zu grossen Harnstoffkrystallen, und in der Mutterlauge waren in ziemlicher Menge die charakteristischen Kugeln der Kynurensäure. Auch an den folgenden Tagen liess sich Leucin niemals auffinden; aber zwischen den Harnstoffprismen lagen einzelne Büschel, die denen des Tyrosins sehr ähnlich sahen; in der That trat auch durch salpetersaures Quecksilberoxyd nach dem Erwärmen und Zusatz einiger Tro-

pfen salpetriger Säure eine schwache Rosafärbung auf. Am letzten Tage fiel die Probe wiederum negativ aus.

Die Sektion des Thieres ergab die schon bekannten Veränderungen. Zahlreiche grössere und kleinere hämorrhagische Infarkte in beiden Lungen, viele Ecchymosen in der Pleura, im Endo- und Pericardium. Der Herzmuskel war blass, aber noch derb. Das Blut in den grossen Gefässen und im Herzen ist dunkel und flüssig, färbt sich aber an der Luft noch hellroth. Die Adventitia der grossen Gefässe, besonders der Aorta, ist auffallend gelb und fettglänzend. — Die Leber zeigt sich an verschiedenen Stellen verschieden gefärbt, wechselnd zwischen gelb und dunkelroth; sie ist weich und brüchig und lässt an der Messerklinge viel Fett haften. — Die Nieren sind succulent, blass, fettglänzend. Die Schleimhaut der Harnblase zeigt an mehreren Stellen Blutaustritte. — Der Magen ist mit Flüssigkeit gefüllt und seine Schleimhaut mit Hämorrhagien und Erosionen wie übersäet. — Die Körpermuskeln haben eine gelbröthliche Farbe; sie sind glänzend, weich und zeigen ebenfalls an verschiedenen Stellen grössere Blutaustritte. — Höchst auffällig ist die grosse Schmierigkeit aller Organe, die Hände waren nach der Sektion ganz mit Fett überzogen, und auf dem Blute schwammen Fettaugen in grosser Menge. —

Mit dem Mikroskope war in der Leber ein Zerfall der Zellen und viel freies Fett zu sehen; die noch erhaltenen Zellen waren dicht gefüllt mit Fetttröpfchen. — Der Herzmuskel zeigte feinstäubige Trübung, daneben auch vollständig intakte Bündel und Fetttröpfchen von verschiedener Grösse. Auch in den Körpermuskeln schien der fettige Zerfall nicht sehr hochgradig; die Bündel sind meist unverändert, die Kerne gut zu sehen, jedoch sind kleine Fetttröpfchen in grösserer Anzahl vorhanden; auffallend ist der geringe Widerstand, den die Nadel beim Zerzupfen der Präparate erfährt, die Bündel weichen auseinander wie Butter. — Die Blutkörperchen scheinen in keiner Weise verändert zu sein.

Von den Organen des vergifteten Hundes wurden die Leber, das Herz und das Blut auf Leucin und Tyrosin untersucht und zwar nach der Fällung des Eiweisses in der Siedehitze auf die gleiche Weise wie im Harne. In dem aus der Leber und dem

Herzen erhaltenen Syrupe fanden sich Leucinkugeln vor und die Hoffmann'sche Tyrosinprobe gab ein positives Resultat. Im Extrakte des Blutes konnte der Nachweis der genannten Stoffe mit dem Mikroskope nicht mit Sicherheit geliefert werden, wohl aber gelang die Probe auf Tyrosin mit salpetersaurem Quecksilberoxyd; auch Schultzen und Riess fanden im Blute von mit Phosphor vergifteten Hunden Tyrosin.

Nach dem Angegebenen steht es fest, dass unter der Einwirkung des Phosphors die Eiweisszersetzung viel grössere Dimensionen annimmt als normal, und dass es sich dabei nicht nur einfach um eine unvollkommene Oxydation, die das Fett unzerstört lässt, handelt. Die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte dieser Spaltung finden sich, insoferne sie nicht im Körper zurückbleiben, im Harne. Da, wie gesagt, die Liebig'sche Titrirmethode keine genaue Methode zur Bestimmung des Harnstoff's ist, so wäre es möglich, dass der Stickstoff des Harns unseres Hundes grösstentheils in anderen Stoffen als in den normal vorhandenen sich vorfindet. Es ist dies aber wenig wahrscheinlich, da das Resultat der direkten Stickstoff-Analyse mit dem aus der Harnstoffbestimmung nach Liebig berechneten Werthe so gut übereinstimmt und da der Harnstoff in grossen Kuchen aus dem Harne dargestellt werden konnte, während andere Produkte, z. B. Leucin und Tyrosin, nicht vorhanden waren.

Da es nach den Untersuchungen von Schultzen und Nencki höchst wahrscheinlich ist, dass Leucin und Tyrosin Vorstufen des Harnstoffes sind, welche bei Unterbleiben dieser Umwandlung, wie es bei der akuten Leberatrophie der Fall ist, unverändert im Harn erscheinen, so ist also bei der Phosphorvergiftung noch die Möglichkeit der weiteren Umwandlung dieser Stoffe gegeben.

Die Fälle beim Hunde entsprechen den schwächeren Fällen der Phosphorvergiftung am Menschen, wo Schultzen und Riess ebenfalls den Harnstoff aus dem Harne in grossen Kuchen krystallisirt erhielten, während sie in schwereren, tödtlichen Fällen statt des Harnstoffes andere stickstoffhaltige Stoffe fanden.

Ein weiteres Spaltungsprodukt des Eiweisses ist das Fett, das sich bei der Phosphorvergiftung in den Organen anhäuft. Wenn Fett, wie Voit schliesst, unter physiologischen Verhältnissen

immer bei der Zersetzung des Eiweisses entsteht, so handelt es sich bei dem Auftreten desselben in einem Organe nicht um einen pathologischen Zersetzungsvorgang. Dass aber hier das Fett wirklich aus dem Eiweiss hervorgegangen ist, lässt sich mit aller Bestimmtheit behaupten. Das Thier hatte nämlich, als es den Phosphor erhielt, 12 Tage lang gehungert; zu dieser Zeit findet man das mit freiem Auge sichtbare Fett z. B. im Unterhautzellgewebe, im Mesenterium beinahe vollständig verschwunden und nichts destoweniger sammelt sich unter dem Einflusse des Phosphors in allen Organen Fett in Menge an. Es konnte das Fett nicht aus der Nahrung stammen, wie Parrot und Dusart (Compt. rend. T. 70. p. 529) meinen, es konnte nicht aus dem Fettgewebe ausgewandertes Fett sein, sondern nur aus Eiweiss entstanden sein.

Ich erhielt aus den bei 100° trocknen Organen folgende Fettmengen:

Organ	% Fett
Hunde-Muskel normal	16,7
Hunde-Muskel nach Phosphorvergiftung	42,4
Herzmuskel vom Hund normal . . .	9,2
Herzmuskel vom Hund nach Phosphorvergiftung	20,4
Leber	10,4
Leber vom Hund nach Phosphorvergiftung	30,0
Leber vom Menschen nach Phosphorvergiftung	76,8

Die Unterschiede im Fettgehalte der normalen und fettig degenerirten Organe sind sehr auffällig; namentlich wichtig ist der Fettreichthum der Muskeln, welche den grössten Theil der Organe des Körpers ausmachen. Geradezu enorm erscheint das Uebermaass der Fettbildung in der Leber in einem Falle von Phosphorvergiftung bei einem Menschen, der in einigen Tagen zu Grunde ging; die trockene Leber desselben, — eine exquisite Phosphorleber — enthielt nämlich 76,8% Fett.

Wenn sich bei dem grösseren Eiweissumsatz während der Phosphorvergiftung das abgespaltene Fett anhäuft, so könnte dabei entweder die Menge des zu Kohlensäure und Wasser oxydirten

Fettes ebenso gross sein, wie normal, und nur das aus dem grösseren Eiweissumsatz hervorgegangene Plus von Fett wegen Sauerstoffmangels sich abgelagert haben, oder es könnte weniger Fett als normal zerstört werden. Man nimmt für gewöhnlich das letzere an und meint, es häufe sich das Fett an, da der Phosphor die normale Oxydation im Körper beeinträchtigt. Da aber nach unseren Erfahrungen ein gesteigerter Zerfall des Eiweisses stattfindet, so wäre es wohl möglich, dass sich in Beziehung der Fettverbrennung die Sache anders verhält.

Die Bestimmung der Respirationsprodukte vermag allein hierüber Aufschluss zu verschaffen. Sie wurde mit Hülfe des im hiesigen physiologischen Institute aufgestellten kleinen Respirationsapparates an einem kleinen Hunde ausgeführt. Am ersten und zweiten Hungertage wurde an dem 3885 Grmm. schweren Thiere die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und des Wassers und des aufgenommenen Sauerstoffes bestimmt, und diese verglichen mit den am dritten Hungertage unter dem Einflusse des Phosphors erhaltenen Zahlen.

Am ersten Hungertage (11. Juni) athmete der Hund 3 Stunden im Apparate; er gab in dieser Zeit 6,865 Wasser und 13,498 Kohlensäure ab und nahm, da er 9,0 Grmm. an Gewicht verlor, 11,360 Sauerstoff auf; vom eingeathmeten Sauerstoff fanden sich 86% in der Kohlensäure wieder.

Den Tag darauf (12. Juni), also am zweiten Hungertage, befand sich der Hund zwei Stunden lang im Athemraum. Er verlor dabei 3,967 Wasser und 6,352 Kohlensäure und nahm dafür, bei einer Gewichtsabnahme von 4,9 Grmm., 5,419 Sauerstoff in sich auf. Berechnet man zum besseren Vergleich diese Zahlen auf drei Stunden, so ergeben sich 5,95 Wasser, 9,51 Kohlensäure, 7,3 Gewichtsabnahme und 8,11 Sauerstoff. In der Kohlensäure sind 85% des eingeathmeten Sauerstoffs enthalten.

Nach den Versuchen von Pettenkofer und Voit wird mit der Dauer der Inanition die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs und der abgeschiedenen Kohlensäure allmälig geringer; der Abfall ist weitaus am beträchtlichsten vom ersten auf den zweiten Hungertag, später ist er nur unbedeutend. Ein solcher Abfall zeigte sich

auch hier. Die Verhältnisszahl des eingenommenen und des in der Kohlensäure ausgegebenen Sauerstoffs war bei den Versuchen von Pettenkofer und Voit beim Hunde am zweiten Hungertage 74; der von mir gefundene Werth ist nicht wesentlich davon verschieden.

Unmittelbar nach Beendigung des zweiten Respirationsversuches wurde dem Hunde eine subcutane Injektion von 0,8 c. c. Phosphoröl gemacht. Die Vergiftungserscheinungen, welche zunächst darauf eintraten, waren jedoch sehr gering, so dass Bedenken getragen wurde, an diesem Tage noch einen Versuch auszuführen. Es wurde daher den Tag über zugewartet und am Abende und Morgen des nächsten Tages (den 13. Juni) die Dosis wiederholt, und dann erst, als die Symptome der Vergiftung deutlich hervorgetreten waren, das Thier während 2 Stunden in den Kasten zur Untersuchung des Gasaustausches gebracht.

Den Tag darauf, für den ein vierter Versuch beabsichtigt war, wurde das Thier in der Frühe todt gefunden.

Es wurden im letzten Versuche 2,8710 Wasser und 3,3584 Kohlensäure abgegeben und bei einem Gewichtsverlust von 3,9 Grm. 3,0 Sauerstoff verzehrt. Dies giebt auf 3 Stunden berechnet: 4,306 Wasser, 5,037 Kohlensäure, 5,8 Gewichtsverlust und 4,50 Sauerstoff. Die Verhältnisszahl ist 81.

Stellt man diese Werthe mit denen des ersten und zweiten Versuchs zusammen, so hat man für 3 Stunden:

	Versuch Nro.		
	1	2	3
Wasser	6,86	5,95	4,31
Kohlensäure	13,50	9,51	5,04
Gewichtsverlust	9,00	7,30	5,80
Sauerstoff	11,36	8,11	4,50

Die Wasserabgabe ist im Versuch 3 gegenüber dem Nr. 2 nicht bedeutend (28 %) geändert, sehr auffallend ist dagegen die Kohlensäure- und Sauerstoffmenge herabgedrückt (47 und 45 %), und zwar um viel mehr, als sie ohne Einwirkung des Phosphors abgenommen hätte. Die entsprechende Abnahme vom ersten auf den zweiten Tag beträgt nur 30 und 29 %.

Es wird also, trotzdem dass bei der Phosphorvergiftung mehr Fett als gewöhnlich wegen der grösseren Eiweisszersetzung entsteht, doch weniger aus dem Eiweiss entstandenes Fett verbrannt und weniger Sauerstoff aufgenommen. Der Phosphor wirkt darauf ähnlich wie etwa stickstoffreie Stoffe der Nahrung oder Alkohol, unter deren Einfluss ebenfalls eine geringere Quantität Sauerstoff in das Blut tritt.

Wir finden bei der Phosphorvergiftung zwei von einander unabhängige Veränderungen im Stoffumsatz: erstens eine Mehrzersetzung des Eiweisses und zweitens eine geringere Sauerstoffaufnahme und Fettzersetzung.

Letztere Veränderung, nämlich die Anhäufung des Fettes in den Organen des mit Phosphor vergifteten Körpers ist erklärbar. Das Fett rührt nicht direkt aus der Nahrung her oder ist nicht als solches aus irgend einem anderen Organe eingewandert und infiltrirt, sondern es entsteht da, wo man es später findet, in den Muskeln, den Nierenepithelien, der Leber etc. aus infiltrirtem cirkulirenden und aus dem in der Zelle befindlichen Organeiweiss. Der Modus des Zerfalls des Eiweisses ist hier wohl der nämliche wie normal, nur können gewisse Spaltungsprodukte, der geringen Sauerstoffzufuhr halber, unverändert bleiben; immer geschieht dies bei der Vergiftung mit dem im Körper schwer oxydirbaren Fette. Der Stoffumsatz in isolirten, mit dem Sauerstoff wenig in Berührung befindlichen Zellen, z. B. in Eiter- oder Hefezellen ist auffallend ähnlich dem bei der Phosphorvergiftung und der acuten Leberatrophie beobachteten; man kann Leucin und Tyrosin und Fett darin nachweisen. Da die Quantität der Eiweisszersetzung in unserem Falle nicht die normale, sondern ansehnlich grösser ist, so beweist dies abermals, dass der Zerfall des Eiweisses ziemlich unabhänging von der Sauerstoffzufuhr ist, und erst die Produkte dieses Zerfalles bei weiterem Zerfalle allmälig in sauerstoffreichere Verbindungen übergehen.

Man könnte meinen, die gehemmte Oxydation käme von einer Veränderung der Blutkörperchen durch den Phosphor her, zudem Einige angaben, dass dieselben durch ihn aufgelöst werden, was sich dann mit dem grösseren Eiweisszerfall ebenfalls in Zusammenhang bringen liesse. Für eine solche Auffassung spräche auch die

früher angegebene Erscheinung, dass nach dem Einspritzen von Oel, in dem viel Phosphor abgerieben worden ist, in eine Vene eines Hundes nach dem Austreten der Dämpfe durch die Lunge aus Mund und Nase in grosser Menge lackfarbenes Blut ohne Blutkörperchen ausfliesst. Dies ist aber nicht eine Wirkung des Phosphors, denn bei Phosphorvergiftung am Menschen nimmt man durchaus keine Einwirkung des Phosphors auf die Blutkörperchen wahr, und dann findet sich auch kein Austritt von lackfarbenem Blute, sondern nur ein starkes akutes Oedem, wenn man weniger Phosphoröl, oder Oel mit geringerem Gehalte an Phosphor injicirt, obwohl das Thier in kurzer Zeit zu Grunde geht. Dass in dem letzteren Falle wirklich keine Blutkörperchen in irgend erheblicher Anzahl aufgelöst worden sind, lässt sich leicht aus der Abwesenheit von Hämaglobin im Plasma oder Serum zeigen, wenn man wenig Blut mit etwa der 30fachen Menge einer 4% Kochsalzlösung mischt; die Blutkörperchen setzen sich daraus nach 24 Stunden völlig ab und die obenstehende Flüssigkeit ist ungefärbt. Bei dem ersten Versuche mit der grösseren Phosphordosis setzte sich aus der Kochsalzlösung kein Sediment ab und die Flüssigkeit war dunkelroth gefärbt; dies war nicht nur bei der aus dem Munde ausgetretenen Flüssigkeit der Fall, sondern auch bei dem Lungenblute, das alsbald Hämaglobinkrystalle, namentlich nach Zusatz von etwas Weingeist, anschiessen liess; Blut aus der Cruralvene des Thieres zeigte diese Veränderung nicht, es waren in ihm die Blutkörperchen ganz intakt erhalten.

Einige Versuche ergaben bald Aufklärung über die Auflösung der Blutkörperchen. Schüttelt man Blut mit Phosphoröl einige Zeit, so wird es lackfarben und es entsteht ein Niederschlag von Eiweiss; versetzt man eine Probe davon mit der Kochsalzlösung, so tritt keine Senkung von Blutkörperchen ein und die sauer reagirende Flüssigkeit ist gleichmässig roth gefärbt. Wird Blut mit reinem neutralen Olivenöl geschüttelt, so erhält man mit der Kochsalzlösung eine vollkommene Senkung der Blutkörperchen bei farbloser Flüssigkeit; benützt man dagegen zu dem Versuche etwas sauer reagirende Oelsäure, so wird das Blut lackfarben und die übrigen Erscheinungen sind wie bei Anwendung von Phosphoröl.

Setzt man zu Blut so viel einer verdünnten Salzsäure (3 pro mille), dass die Reaktion nicht sauer wird, so setzen sich die Blutkörperchen in der Kochsalzlösung gut ab und die oben stehende Flüssigkeit bleibt farblos; wird aber von der Säure bis zur saueren Reaktion zugesetzt, so wird das Blut lackfarben und es entsteht kein Sediment der Blutkörperchen. Man kann auch durch Blut längere Zeit Phosphordämpfe hindurchleiten, ohne dass es lackfarben wird oder die Chlornatriumlösung sich roth färbt. Die Lösung der Blutkörperchen ist also nur eine Wirkung der Säure, die auch bei Einspritzung von Phosphoröl auftritt. Der Phosphor verdampft zum Theil in der Lunge momentan nach der Einführung und wird dort alsbald durch Aufnahme von Sauerstoff zu phosphoriger Säure, welche Nebel bildet und theilweise ins Blut wieder aufgenommen wird. Ist so viel Säure entstanden, dass das Blut sauer wird, so werden die Blutkörperchen gelöst und das Blut wird lackfarben.

Auf diese Weise wirkt aber der Phosphor nicht bei einer gewöhnlichen Vergiftung am Menschen, wo in einem Zeitmoment viel weniger Phosphor in's Blut gelangt als bei der Einspritzung von Phosphoröl in eine Vene. Der bei der Körpertemperatur schmelzbare Phosphor wird dabei im Darm wie Fett aufgenommen und verdunstet wohl auch zum Theil an der Lungenoberfläche; aber die momentan aufgenommene kleine Menge genügt nicht, um das Blut sauer zu machen und es ist Zeit vorhanden, den Phosphor oder die erzeugte Phosphorsäure, die Storch nach der Phosphorvergiftung in grösserer Menge im Harne nachgewiesen hat, auszuscheiden. Darum sieht man dabei auch das Blut nicht lackfarben werden und keine Lösung der Blutkörperchen eintreten.

Eine noch so massenhafte Eiweisszerstörung hätte nicht viel zu bedeuten, wenn sie an dem von der Nahrung herrührenden Vorrathe des cirkulirenden Eiweisses stattfinden würde; Prof. Voit hat häufig an letzterem, selbst beim Hunger an den ersten Tagen, eine Zersetzung in solcher Ausdehnung beobachtet. Die vermehrte Zersetzung bei der Phosphorvergiftung findet jedoch offenbar auch an dem sonst in den Organen abgelagerten und fester gebundenen Eiweiss statt, das diese Organe constituirt. Am 13. Hungertage, an dem ich dem Hunde zum ersten Male Phosphor reichte, ist nach

den Beobachtungen von Voit der Vorrath des cirkulirenden Eiweisses längst verzehrt und der Körper lebt auf Kosten seines Organeiweisses, das täglich in gewisser Menge in Cirkulation geräth und zerfällt.

Bei der Phosphorvergiftung wird nun von diesem Organeiweiss in sehr beträchtlicher Menge zersetzt. Warum dabei mehr Eiweiss unter die Bedingungen des Zerfalles geräth, lässt sich bis jetzt ebensowenig angeben, als warum sonst beim Hunger nicht mehr oder weniger ihnen unterliegt; möglich, dass eine Aenderung in der Lage der kleinsten Theilchen, wie bei dem Einfluss der Nerven auf die Umsetzung im Muskel oder auf die Absonderung des Sekretes in den Speicheldrüsen, die Ursache ist. Beim Diabetes wird ebenfalls abnorm viel Eiweiss verbraucht, nur bleibt bei ihm nicht Fett, sondern Zucker unverbrannt. Bei einer solchen beschleunigten Zersetzung kommt es nun darauf an, in welcher Art sie stattfindet. Bei einem 30tägigen Hunger verliert der Körper den grössten Theil seines Organeiweisses, ohne dass die Zellen leistungsunfähig geworden sind; sie funktioniren immer noch fort und können durch Zufuhr von Substanz sich wieder völlig erholen, und der Tod erfolgt, wenn die durch die Zersetzungen producirten Wirkungen nicht mehr hinreichen die Lebenserscheinungen zu ermöglichen. Es findet hier eine allmälige Abmagerung oder Atrophie des Organeiweisses statt, aber kein Zerfall der Zelle zum Detritus.

Würde es sich bei der Phosphorvergiftung um den gleichen Vorgang wie bei längerem Hunger handeln, würde nur dasjenige Organeiweiss, was auch bei Hunger verbraucht wird, zerstört werden, so würde von dieser Seite keine besondere Gefahr drohen. Ganz anders jedoch wäre es, wenn dabei zugleich der Zusammenhalt der Stoffe der organisirten Theile aufgehoben und dadurch die Thätigkeit der Zellen unterbrochen würde.

Dies führt uns zu der in letzter Zeit viel besprochenen Frage, ob die Wirkung des Phosphors auf einer wahren Degeneration beruht und wie weit die Vorgänge bei der akuten Leberatrophie damit identisch sind.

Man hat gesagt, alle Erscheinungen bei der Phosphorvergiftung liessen sich deuten, ohne eine eigentliche Degeneration der Organe

mit Zerfall der Zellen anzunehmen und es sei der Hergang bei der akuten Leberatrophie grundverschieden davon. Erst die allmälige Ansammlung des Fettes bringe eine Ausdehnung der Leberzellen und schliesslich eine Berstung derselben hervor, wodurch sie zu weiterer Thätigkeit unfähig würden. Bei heftigen Fällen bliebe ausserdem nicht nur das Fett unverändert, sondern auch noch andere Zwischenprodukte wie peptonähnliche Substanzen, gewisse Extraktivstoffe, Milchsäure; bei leichteren gingen dieselben alle bis in die normalen Endprodukte über. Dagegen wäre die akute Leberatrophie eine durch Entzündung veranlasste wahre Degeneration der Leber, die in rapider Weise zur Destruktion dieses Organes führt, während in anderen Organen nur consekutive Ernährungsstörungen auftreten. Die Leber sei deshalb dabei im Gegensatze zur Phosphorvergiftung zur Hälfte ihres Volums zusammengeschrumpft, die Zellen derselben nicht vergrössert und nicht durch Fetttröpfchen aufgebläht, sondern zu einem gleichmässigen Detritus von Körnchen und Tröpfchen zerfallen. Wenn es sich hier zwar auch um eine gehemmte Oxydation handle, so seien doch die Produkte der Umsetzung in mancher Beziehung wesentlich andere; man findet den Harnstoff im Harn wie bei hochgradiger Phosphorvergiftung auf ein Minimum reducirt, statt seiner kleine Mengen der peptonähnlichen Stoffe und der Fleischmilchsäure, aber als charakteristisch die grossen Mengen von Leucin und Tyrosin und nach den Beobachtungen von Schultzen und Riess die Oxymandelsäure.

Man könnte jedoch auch sagen, und ich gestehe, dass ich mich dieser Anschauung zuneige, die beiden Krankheiten seien nur quantitativ, d. h. in der Intensität, nicht qualitativ verschieden. Die Phosphorleber ist nicht selten verkleinert und bei der akuten Atrophie ist anfangs die Leber etwas vergrössert, der Process führt aber meist so rasch zum Zerfall, dass keine Zeit bleibt für die Infiltration grösserer Eiweissmengen, während es bei der Phosphorvergiftung häufig längere Zeit bis zum Zerfall der Zelle währt und dieselbe sich unterdess mit dem Zerfallprodukt des ihr zugeführten Eiweisses, dem Fett, füllen kann. Bei der chronischen Fettleber z. B. bei Säufern, Phthisikern, verläuft der Process noch langsamer

und sie zeigt längere Zeit trotz der grossen Menge von Fett keinen Zerfall der Zellen wie manchmal bei der Phosphorleber, wenn die Gegenwart des Fettes auch sehr die Funktion derselben stört. Man ist häufig nicht im Stande, mikroskopisch einen Unterschied zwischen der Phosphorleber und der atrophischen wahrzunehmen; die übrigen Organe, wie die Nieren, Herz, Körpermuskeln, zeigen ganz das nämliche Bild. Auch in den Produkten der Umsetzung liesse sich ein Uebergang darthun; bei den geringen Graden der Phosphorvergiftung haben wir nur die Aufspeicherung des Fettes, bei höheren bleiben noch andere Zerfallprodukte unverändert, nur treten Leucin und Tyrosin im Harne nicht auf, sie finden sich aber im Blute und einzelnen Organen; bei der akuten Atrophie würde dann aber wegen der Intensität des Processes auch die Umwandlung von Leucin und Tyrosin zu Harnstoff etc. nicht mehr stattfinden können, so dass der Process nur auf einer andern Stufe aufgehalten würde. Wenn eine Phosphorleber bis zu 77% Fett enthalten kann, so sind sicherlich auch ihre geformten Theile in den Zerfall gezogen worden; es ist sehr wohl denkbar, dass der Phosphor eine langsame Zerstörung der Organtheile bedingt. Der gewaltige Eingriff in den ganzen Organismus geht deutlich aus dem Gewichtsverlust des Körpers bei der Phosphorvergiftung hervor; mein Hund nahm dabei vom 13. bis 18. Tage, also in 5 Tagen, um 5000 Grmm. an Gewicht ab.

Es ist schwer zu sagen, wo bei der Ablagerung des Fettes das Physiologische aufhört und das Pathologische anfängt, wann man also von einer Fettdegeneration sprechen soll. Der Process des Entstehens des Fettes in den fettig entarteten Theilen ist keinesfalls, wie man früher geglaubt hat, etwas Pathologisches, sondern es wird das Fett stets auf die gleiche Weise wie normal in ihnen erzeugt; pathologisch ist nur die Nichtzerstörung oder die zu reichliche Bildung desselben. In den Fettzellen z. B. des Unterhautzellgewebes bildet sich das Fett auf die gleiche Weise wie in einer fettig degenerirten Zelle, nur wird man bei den ersteren nicht von einer fettigen Degeneration sprechen, ebensowenig bei den Leberzellen, wenn sie während der Verdauung mit Fettbläschen gefüllt sind; Jedermann würde dagegen eine Fettdegeneration annehmen, wenn die Leber eines Menschen wie die eines ganz nor-

malen Fisches aussehen würde oder die Niere desselben wie die eines ganz normalen Hundes. Es scheint auch etwas bedenklich, von einem degenerativen Processe zu reden, wenn es sich um nichts weiter handelt, als um eine Nichtoxydation eines auf völlig normale Weise gebildeten Zersetzungsproduktes, während Niemand die Degeneration bei der Fettbildung aus dem die Zellenformen aufbauenden Eiweiss, wobei die Zellen in einen Detritus zerfallen, verkennen wird.

Man hat, wegen der Schwierigkeit die Grenzen festzustellen, alle diese in einander übergehenden Vorgänge mit dem gleichen Namen der Degeneration bezeichnet, vielleicht wäre es zum leichteren Verständniss passender, für die verschiedenen Stadien besondere Bezeichnungen zu gebrauchen, zudem dieselben wahrscheinlich mit einer verschiedenen Entstehungsweise des Fettes zusammenfallen; es wird letzteres wohl anfangs wie normal aus dem Vorrathe des cirkulirenden Eiweisses hervorgehen, später aus dem Organeiweiss wie beim Hunger und schliesslich bei intensiver Erkrankung auch aus dem geformten Eiweiss, wodurch die Zelle zerstört wird und nicht mehr restituirt werden kann. Jedenfalls wird die Kenntniss von den verschiedenen Möglichkeiten der Bildungsweise des Fettes, welche innig zusammenhängt mit der Intensität und Gefahr des Processes, dazu beitragen, eine tiefere Einsicht in die pathologischen Vorgänge bei der sogenannten Fettdegeneration zu gewinnen.

Typhus und Cholera und Grundwasser in Zürich.

Von

Max v. Pettenkofer.

Als Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1871 erschien eine Abhandlung der Herren Dr. Arnold Escher von der Linth, Professor der Geognosie, und Arnold Bürkli, Stadtingenieur, über die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. Sie enthält viele interessante und gut beobachtete Thatsachen, deren Erhebung und Untersuchung die Verfasser für nöthig gehalten haben, um zu einem richtigen Urtheile über die Wasserversorgung der Stadt Zürich zu gelangen. Nebenbei unterwerfen sie auch den von mir und Anderen behaupteten Zusammenhang zwischen den Grundwasserständen und dem zeitlichen Auftreten von Cholera und Typhus einer Prüfung und gelangen zu dem Schlusse, dass in Zürich ein solcher Zusammenhang nicht bestehe. Die Verfasser glauben die Züricher Bevölkerung „von dem drückenden Gefühle befreien zu müssen, dass die durch die Natur bestimmten, der Einwirkung der Bewohner entzogenen Lokalverhältnisse für die Gesundheit der Gegend unbedingt maassgebend seien," und fragen: „Wie würden sich die ungeheuren Kosten für Kanalisation und bessere Wasserversorgung rechtfertigen, wenn dadurch doch gegenüber dem Auftreten der eingreifendsten Krankheiten, der Cholera und des Typhus, wenig geholfen wäre und solches nur von den ausser unserm Bereich liegenden Feuchtigkeitsverhältnissen bedingt würde?"

Auf diese Frage, welche allerdings mehr auf praktische als wissenschaftliche Motive hinweist, kann man auch eine genügende Antwort geben, ohne den Einfluss der Grundwasserverhältnisse auf Cholera und Typhus in Abrede zu stellen. Ich habe das jüngst in einem Gutachten versucht, zu welchem mich die Stadt Frankfurt

am Main betreffs der Benützung ihrer neu erbauten Kanäle aufgefordert hat[1]). Die Frankfurter Behörden haben sich bei meiner Antwort beruhiget. Ich schlage den Werth guten Trinkwassers und guter Kanalisirung viel höher an, als diejenigen, welche sie für specifische Mittel gegen Cholera und Typhus ausgeben, was sie thatsächlich doch nie sind.

Was zunächst den Typhus anlangt, so lässt sich aus den in Zürich gemachten Beobachtnngen und Untersuchungen bezüglich des fraglichen Zusammenhanges zwischen Typhus und Grundwasser nichts aussagen, weder dafür, noch dagegen. Es befremdet mich, dass die Herren Verfasser beim Mangel jeder ähnlichen positiven Unterlage, wie sie den Arbeiten von Buhl, Seidel und mir über den Typhus in München, ferner von Jessen und Jürgensen in Kiel, Thomas in Leipzig, Pfeiffer in Thüringen u. s. w. zu Gebote standen, sich überhaupt entschliessen konnten, einen Ausspruch zu thun. Sie geben S. 48 selbst zu: „Was das Auftreten des Typhus betrifft, so liegen genauere Aufzeichnungen nur für die innere Stadt während der Jahre 1865 und 1866 vor. Seither war von einem stärkern Auftreten keine Rede mehr und entzogen sich daher die vereinzelten Fälle der Registrirung.“ Da nun die Grundwasserbeobachtungen in Zürich erst mit 1867 beginnen, so hat man für die Zeit, wo Typhus registrirt wurde, keine Grundwasserbeobachtungen, und für die Zeit der Grundwasserbeobachtungen keine Typhusstatistik. Eine solche Fehlanzeige berechtigt zu keinen Schlüssen, weder zu bejahenden, noch zu verneinenden.

Was den Einfluss der Grundwasserverhältnisse oder der Durchfeuchtung des Bodens auf die Cholera anlangt, so ist jetzt wohl die Zeit vorbei, wo man diesen Einfluss überhaupt noch in Zweifel ziehen konnte, namentlich seit im letzten Jahre ausführliche und genaue Berichte über das Verhalten der Cholera in Indien erschienen sind. Aus den Mittheilungen von Bryden,[2]) M. Cuningham,[3])

1) Zeitschrift für Biologie Bd. VI S. 562.

2) Epidemic Cholera in the Bengal Presidency. A Report on the Cholera of 1866—68 and its Relations to the Cholera of previons years. By J. L. Bryden M. D. Calcutta 1869.

3) Sixth annual Report of the Sanitary Commissioner with the Government of India. Calcutta 1870.

Mouat,[1]) Macnamara[2]) und Anderen geht ganz übereinstimmend hervor, dass die zeitliche Frequenz der Cholera in Indien von nichts so sehr, als von den atmosphärischen Niederschlägen abhängig ist, dass sie in irgend einer Weise mit dem Wasser zusammenhängen muss: so sehr drängt sich dieser Einfluss überall in den Vordergrund. Darin begegnen sich die Anhänger der entgegengesetztesten Theorien, ohne etwas vom Grundwasser zu wissen, sowohl Bryden, der reiner Miasmatiker ist, dem die Cholera als etwas vom Boden Erzeugtes (carth-born) und von der Luft Verbreitetes (air-conveyed) erscheint, und der den Einfluss des persönlichen Verkehrs bei der Verbreitungsart der Cholera in Indien eigentlich gar nicht in Anschlag bringt, als auch Macnamara, der hingegen strenger Contagionist mit specifisch englischer Färbung, d. h. Anhänger der bekannten Trinkwassertheorie ist, dem der Boden nur so weit betheiligt erscheint, als er ein unvollkommenes Wasserfilter ist. Für Bryden sind die Regenwinde, die Monsuns, das Mittel, um die Cholera aus ihrem endemischen Gebiete hinaus in die epidemischen, von den Mündungen des Ganges bis ins Panjab zu tragen, und dort die Keime in den Boden zu säen, aus dem sie entweder sofort oder später zur Ernte reifen; — für Macnamara sind Regengüsse Mittel, um Choleraexkremente auszuwaschen und in Brunnen und Wasserleitungen zu spülen. — Dass zu Calcutta im Gangesdelta die Hauptcholerazeit im regenlosen Frühlinge, zu Lahor im Panjab im Sommer zur Regenzeit ist, bleibt sowohl für die Monsuntheorie als auch für die Trinkwassertheorie eine sehr unbequeme Thatsache; aber auch das vermag den Glauben an den Einfluss des Wassers nicht zu erschüttern, so mächtig drängt er sich überall in den Vordergrund. Dem Verhalten der Cholera in Indien gemäss bleibt als zeitliches Moment nichts übrig, als die Wahl zwischen den drei Wassern, Regenwasser, Trinkwasser oder Grundwasser. Ich werde mich darüber nächstens ausführlich äussern, bemerke hier nur vor-

---

1) Administration Report of the Jails of the lower Provinces, Bengal Presidency, for the year 1869. Vol. II. By F. J. Mouat. M. D. Inspector General of Jails. Calcutta 1870.

2) A Teatise on Asiatic Cholera. By C. Macnamara, Surgeon to the Calcutta Ophthalmic Hospital. London 1870.

läufig, dass namentlich der Bericht Brydens ein höchst wichtiges Originalwerk und eine so reiche Fundgrube wohl constatirter Thatsachen ist, dass man daraus die Aetiologie der Choleraverbreitung in ihren wichtigsten Sätzen construiren kann, ganz im Sinne der Grundwassertheorie, ohne eine einzige von mir beobachtete Thatsache zu gebrauchen. Mich kann der Vorwurf nicht mehr treffen, dass ich an den Thatsachen biege und breche, bis sie in das Prokrustesbett meiner Theorie passen, ein Vorwurf, den auch nur Solche gegen mich erhoben haben, die gerne gehabt hätten, dass ich Alles so hinnähme, wie es ihnen beliebt, mir es in die Hand zu geben.

Dem Verhalten der Cholera in Indien, dem Heimatlande der Krankheit, wird sich zuletzt auch ausserhalb Indiens jeder Choleraort fügen müssen, und so wird auch Zürich nicht wohl eine Bannmeile oder einen Burgfrieden gegen den zeitlichen Einfluss des Wassers um sich zu legen und zu behaupten im Stande sein. Wenn man sich nun an das halten wollte, was in Zürich einstweilen für constatirt gehalten wird, nämlich dass die Choleraepidemie des Jahres 1867 weder mit dem Trinkwasser, noch mit dem Grundwasser zusammenhing, so müsste man zum Regenwasser, zur Monsuntheorie, seine Zuflucht nehmen. Sollte auch damit keine Erklärung gelingen, so hätte man wieder von vorne anzufangen. Wenn dann vielleicht zunächst über den Einfluss des Trinkwassers erneuerte Untersuchungen in Zürich angestellt werden, ist ihnen ein besserer Erfolg zu wünschen, als sie in Indien haben. Dort lässt sich fast gar nichts auftreiben, was nur mit einiger Wahrscheinlichkeit für einen Einfluss spräche: selbst Macnamara, ein eifriger Anhänger von Snow und Farr und seit langer Zeit in Indien thätig, vermag von dort nichts beizubringen, sondern muss für seine Theorie die Hauptargumente aus Europa beziehen, während sich Beispiele vom Gegentheil in unliebsamer Zahl aufdrängen. In dem Berichte des Sanitary Commissioner Cuningham über die grosse Epidemie des Jahres 1869 lauten fast alle Mittheilungen aus den zahlreichen Garnisonen, Spitälern und Gefängnissen Indiens förmlich eintönig, dass das Trinkwasser keinen Einfluss gezeigt habe.

Wenn man dann künftig in Zürich vielleicht auch wieder Veranlassung findet, eine Untersuchung über den Einfluss des Grund-

wassers anzustellen, so möchte ich mir erlauben, auf einiges aufmerksam zu machen, was nach meinem Dafürhalten bei den Schlussfolgerungen aus den gegenwärtigen Beobachtungen übersehen worden ist.

Zunächst muss ich darauf aufmerksam machen, dass die Verfasser sich vom Wesen der Grundwassertheorie und von den Beziehungen des Grundwasserstandes zu Cholera und Typhus — ich will nicht sagen eine falsche — aber doch eine ganz andere Vorstellung machen, als ich und Andere. Sie sagen S. 34: „Die für das Auftreten der Krankheiten bestimmende Ursache wird nun in dem Zersetzungs- und Fäulniss-Process dieser Verunreinigungen des Bodens und zwar in jener bald mit Luft, bald mit Wasser erfüllten Zone gesucht u. s. w.“ Wenn diese Zone der Kern und die Grundlage der Grundwassertheorie wäre, so wäre sie durch meine eigenen ersten Beobachtungen und Arbeiten schon beseitiget worden. Im Hauptbericht über die Cholera 1854 in Bayern, welcher 1856 erschien, war das erstemal von Grundwasser die Rede, als von einem zeitlichen Momente für Ortsepidemieen. Die damaligen ersten Anschauungen haben durch Vermehrung der Thatsachen und genauere Würdigung derselben, wie Alles, was sich erst entwickelt und entwicklungsfähig ist, im Laufe der Zeit manche Veränderung, Berichtigung und Erweiterung erfahren, aber der Grundgedanke, dass das Wasser im Boden ein zeitliches Moment der lokalen Disposition für Choleraepidemieen sei, ist vom Anfang an unverändert der nämliche geblieben. Dieser Grundgedanke hat zwar seitdem manche Verstärkung und Bereicherung an thatsächlichen Unterlagen erhalten, aber auch schon bei seinem Entstehen hatte er eine so feste thatsächliche Basis, dass sie auch bis heute noch unerschüttert geblieben ist, und für sich allein hinreichend wäre, die Grundwassertheorie zu stützen. Die Veranlassung zum Entstehen derselben liegt in dem, was im Hauptberichte über die Cholera 1854 in Bayern von Seite 307 bis 332 vorgetragen und auf der Landkarte verzeichnet ist. Ich schliesse dort mit den Worten: „Ich glaube die bereits längst bemerkte Thatsache, dass die epidemische Ausbreitung der Cholera mit den Wasserverhältnissen einer Gegend in einem wesentlichen Zusammenhange stehe, auf eine strengere und sorgfältigere Weise an dem

Verlaufe der Epidemie in Bayern nachgewiesen zu haben, als dieses bis jetzt irgendwo geschehen ist. Zugleich glaube ich klar gemacht zu haben, dass wir durch keine Linien die einzelnen Ortsepidemieen so ungezwungen zu gruppiren vermögen, als durch diejenigen, welche uns der Lauf der Flüsse und Bäche vorzeichnet. Bei einer so fest stehenden Thatsache, wie die oben dargestellte ist, kann es nicht als voreilig bezeichnet werden, wenn man sich anschickt, nach näheren Ursachen der Erscheinung zu forschen".

Das war die erste thatsächliche Basis der Grundwassertheorie, die nur mit dieser ihrer Basis fallen kann. Diese erste Basis steht aber heutzutage noch so fest und unerschüttert da, wie 1856.

Mein erster Versuch, mich anzuschicken, diesen thatsächlichen Einfluss der Drainagegebiete näher zu erforschen und auszudrücken, geschah gewiss mit aller Bescheidenheit und im vollen Bewusstsein, dass nichts Abgeschlossenes vorliege, dass wir nicht am Ende, sondern am Anfange eines noch langen und mühsamen Weges stehen. Ueberzeugt aber von der thatsächlichen Wahrheit meiner Richtung wollte ich auch Andere zu Beobachtungen und zu weiterem Nachdenken anregen, um allmählig empfindliche Lücken in unserm Wissen auszufüllen. Ich habe die hohe Commission, der ich damals meinen Bericht zu erstatten hatte, förmlich um Verzeihung gebeten, dass ich einen neuen Gedanken gehabt zu haben glaubte und ihn sofort auch auszusprechen wagte. Ich sagte wörtlich[1]): „Die Commission wolle mir es nicht missdeuten, wenn ich auf eine bis jetzt so wenig beobachtete Erscheinung, wie die Schwankungen des Grundwassers sind, so viel Gewicht gelegt und so viel darüber in Bezug auf die letzte Choleraepidemie gesprochen habe. Ich habe es nicht gethan, um einer willkührlich gefassten Meinung das Wort zu reden, sondern weil ich Andere dazu bestimmen möchte, diesen Faden mit aller Strenge wissenschaftlicher exakter Forschung zu verfolgen" u. s. w. Dass ich nicht bei den allerersten Anfangs-Vorstellungen, die ich mir machte, stehen bleiben konnte, liegt in der Natur der Sache. Es vergnügt mich heutzutage noch die Zeichnung zu sehen, die ich S. 363 des Hauptberichtes gegeben habe, womit

1) Hauptbericht S. 376.

ich die Imprägnirung des Bodens durch Häuser in verschiedener Höhe über dem Grundwasserspiegel zu versinnlichen suchte: sie vergnügt mich namentlich desshalb, weil ich über dieses ganz embryonale Stadium doch ein klein wenig hinaus gelangt bin, wozu namentlich viel die Arbeiten von Buhl und Seidel über die Typhusfrequenz in München beigetragen haben. Ich sah bald ein, dass die Beziehung der Grundwasserschwankung zur Typhus- und Cholerafrequenz nicht so ganz einfach und beschränkt aufgefasst werden darf, wie z. B. die Beziehung der Temperatur der Luft zur Ausdehnung des Quecksilbers in einem Thermometer, und das hatte ich ohnehin nie erwartet, dass man an den Schwankungen des Wassers im Brunnen etwa jeden Tag sollte ablesen können, wie viel im Hause an Typhus oder Cholera erkranken, an welchem Tage eine Epidemie beginnt, an welchem sie endet.

Als 1865 die Cholera neuerdings in Europa einbrach, fand ich in einer Reihe von Artikeln über die Verbreitungsart derselben Veranlassung, meine inzwischen etwas reifer gewordenen Anschauungen neuerdings zu formuliren, und da drückte ich mich dahin aus[1]), dass nebst einer permeabeln Bodenschichte zur Erzeugung einer Ortsepidemie noch nothwendig sei „2) eine zeitweise grössere Schwankung im Feuchtigkeitsgehalte dieser Schichte, welche sich im Alluvialboden am einfachsten und zuverlässigsten in dem wechselnden Stande des Grundwassers ausspricht.“

Inzwischen war mir namentlich durch die mehrjährige Beobachtung der Brunnen in München auf dem rechten und linken Isarufer klar geworden, dass der Stand und die Schwankung des Grundwassers hauptsächlich Werth als eine Art Zeiger und Zifferblatt für den Gang der Durchfeuchtung in der darüberliegenden Schichte haben könnte. Diese Anschauung hat sich bisher mit allen Thatsachen vertragen und ich habe sie bei jeder Gelegenheit betont[2]). Damit

1) Zeitschrift für Biologie Bd. I S. 355.

2) 1. Ueber den gegenwärtigen Stand des Grundwassers in München Zeitschrift für Biologie Bd. I S. 376. 2. Ueber die Cholera in Altenburg Zeitschrift für Biologie Bd. II S. 105. Ueber die Cholera in Werdau Zeitschrift für Biologie Bd. II S. 122. 3. Verhandlungen der Choleraconferenz in Weimar S. 30—32. 4. Bemerkungen zu Buchanan's Vortrag on P.'s theory etc. Zeitschrift für Biologie Bd. VI S. 527.

aber ja kein Missverständniss möglich bleibe, erinnere ich noch an eine Stelle in meiner Abhandlung über die Bewegung der Typhussterblichkeit in München von 1850—1867 [1]), wo es wörtlich heisst: „Ich glaube, nur so viel lässt sich mit aller Bestimmtheit annehmen, dass es sich wesentlich um einen organischen Process im Boden handelt. In welcher Schichte des Bodens dieser Process vor sich geht, auch dafür scheinen mir leider noch sehr weite Grenzen gesteckt zu seyn." Ich sage ausdrücklich, dass wir höchstens Grund zur Annahme hätten, dass die für den Typhus maassgebenden Processe in München bei Epidemieen während des Winters nicht so nahe der Oberfläche vor sich gingen, als der Boden eben gefroren ist. Ich sehe daher nicht ein, was den Verfassern ein Recht gibt, willkührlich sich von der Grundwassertheorie eine Vorstellung zu machen, die höchstens dem allerersten bildlichen Ausdruck entspricht, den ich ihr gleich anfangs bis zu weiterer Information vorläufig gebraucht, die aber Alles ignorirt, was ich und Andere später veröffentlicht haben. Habe ich mich in meinen nachfolgenden Arbeiten vielleicht nicht deutlich genug ausgedrückt? Andere haben das nicht gefunden. Schon Seidel hat in seiner Vergleichung der Schwankungen in der Häufigkeit des Typhus in München bemerkt [2]), „dass die Beobachtung der Grundwasserschwankungen Bedeutung für uns nicht wegen einer unmittelbaren Wirkung aus der Tiefe des Grundwassers herauf gewinnt, sondern darum, weil sie zugleich ein Maass abgibt für die Contribuenten des Feuchtigkeitsgehaltes der höheren Bodenschichten."

Ferner sagt Pfeiffer in seinen Choleraverhältnissen Thüringens [3]): „Als Maassstab für die Feuchtigkeit des Bodens gilt das Grundwasser und die Schwankungen desselben.... Man bezeichnet mit dem Worte Grundwasser nur die Maximalfeuchtigkeit, die sich bei Sättigung des Bodens mit Wasser auf der nächsten wasserdichten Untergrundschicht ansammelt und den Gegensatz zu trockner Bodenbeschaffenheit bildet. Das Grundwasser und seine Schwankungen haben nur insoferne Beziehung zum Choleraprocess, als sie

1) Zeitschrift für Biologie Bd. IV S. 23.
2) Zeitschrift für Biologie Bd. II S. 174.
3) Zeitschrift für Biologie Bd. III S. 148.

am Boden den noch nicht bekannten (d. h. noch nicht fest bestimmten) Feuchtigkeitsgrad und Luftgehalt vermitteln, der günstig ist für die Regeneration des Choleracontagiums." Ferner[1]): „Man hat irrigerweise oft Bodenfeuchtigkeit und Grundwasser identificirt. Nur die Feuchtigkeit ist nöthig und es ist der Fall denkbar, dass eine Choleraepidemie da für kurze Zeit entsteht, wo durch Zufluss von oben der gerade günstige Grad für Regeneration des Choleracontagiums sich bildet, während es durch Gelegenheit zu seitlichem Abfluss in die Tiefe nie zur Bildung von Grundwasser kommt. (Vergleiche die Epidemie in Harras.)"

Nicht minder hat mich Cordes in seiner umfassenden und gründlichen Arbeit über die Cholera in seiner oft heimgesuchten Vaterstadt Lübeck,[2]) Delbrück über Halle,[3]) Griepenkerl[4]) über Königslutter, und Andere richtig verstanden. Mir ist daher nicht klar, warum die Verfasser eine von mir und Anderen abweichende Vorstellung angenommen haben.

Aus den Schlüssen, welche die Verfasser auf Seite 47 und 48 ihrer Abhandlung ziehen, geht für mich deutlich hervor, dass ihre Auffassung sich noch in einigen weiteren Punkten wesentlich von der meinigen unterscheidet. Die Verfasser vermeiden zwar zu sagen, wie es hätte sein müssen, wann sie einen Zusammenhang zwischen dem Schwanken der Feuchtigkeit in der Tiefe oder auf der Oberfläche des Bodens und zwischen dem Auftreten und Verschwinden der Cholera annehmen sollten, aber aus ihren Schlüssen scheint mir doch hervorzugehen, dass sie an einen sehr unmittelbaren, einfachen oder nahen Zusammenhang denken. Aber gerade dadurch entfernen sie sich natürlich weit von der wirklichen thatsächlichen Lage, die viel zu complicirt und noch viel zu wenig aufgehellt ist, um in allen Fällen schon scharf begrenzte und bestimmte Voraussetzungen machen zu können. Solche Voraussetzungen nicht zu machen, sondern mit Ausnahme der Basis lieber noch alles mehr unbestimmt und weniger feststehend zu nehmen, ist keine bequeme

1) S. 149.
2) Zeitschrift für Biologie Bd. IV S. 228.
3) Ebend. Bd. IV S. 242.
4) Ebend. Bd. III S. 376.

Willkühr von meiner Seite, sondern die einfache Rechnung, die man den Thatsachen und dem noch ebenso unfertigen Zustand unseres Wissens davon zu tragen hat.

In sehr anerkennenswerther Weise haben die Verfasser mehrerlei und verschiedenartige Anzeichen für Grundwasser, für Wasser im Boden in Berücksichtigung gezogen, 1) den Wasserstand verschiedener gegrabener Brunnen, 2) den des Zürichsees und seines Ausflusses, der Limmat, 3) die Ergiebigkeit einer Anzahl von Quellen, welche am Fuss des Zürichberges entspringen, und die städtischen Wasserleitungen speisen, 4) die Menge der Niederschläge, welche durch eine 1 Meter tiefe Erdschichte versickert (Lysimeter auf dem Adlisberge.) In keinem dieser Anzeichen vermögen die Verfasser einen Zusammenhang mit der Cholera von 1867 im Sinne der Grundwassertheorie zu erkennen.

Was die Wasserstände in den Brunnen anlangt, so haben die Verfasser die für Zürich wichtige Thatsache constatirt, dass die grösste Anzahl derselben vom Stand des Sees und der Limmat abhängig ist, dass sie mit diesem steigen und fallen, und sogar in sehr ähnlichen absoluten Maassen. Dieser von den Verfassern constatirte Umstand bringt aber mit sich, dass die vom See abhängigen Brunnenstände für den vorliegenden Zweck nicht stimmfähig sind, da ihr Steigen und Fallen ja nicht sowohl von der grösseren oder geringeren Durchfeuchtuug der über dem Grundwasser liegenden porösen Schichte, sondern vom Spiegel des Sees abhängig ist, welcher das für die Oertlichkeit Zürich geltende Verhältniss nur sehr unvollständig und theilweise und zeitweise sogar irrig ausdrückt. In München z. B. kann man diejenigen Brunnen, welche vom Stande der Isar wirklich beeinflusst werden,[1] nicht zur Illustration der Bewegung des Typhus gebrauchen, hingegen alle jene, deren Spiegel so hoch über dem Flusse liegt, dass er von den Schwankungen des Flusses nie erreicht wird. Da ist es aber gleich, ob man den Brunnen in der Karlsstrasse am linken Isarufer, der im Lauf von 15 Jahren zwei Meter auf und ab schwankte, oder den Brunnen in der Rosenheimerstrasse auf dem rechten Ufer wählt, der um die Hälfte kleinere

1) Zeitschrift für Biologie Bd. VI S. 529.

Bewegungen zeigt. Auf der Karte von **Wagus** über die Typhusfrequenz der Stadt München[1]) sind desshalb absichtlich diese beiden Brunnen ausgewählt, gleichsam wie ein grösserer und ein kleinerer Zeiger, die aber beide auf der gleichen Axe sitzen und bei ihrer Drehung der längere nur den Bogen eines grösseren Kreises und der kürzere den eines kleineren Kreises beschreibt.

Da die Verfasser gefunden haben, dass alle Brunnen des Thalgrundes in Zürich so ziemlich vom Stand der Limmat abhängen, so sind diese Brunnen auch nicht als Anhaltspunkte dafür zu gebrauchen, was ich und Andere durch Grundwasserbeobachtungen erfahren wollen. Man hält diese Beobachtungen in Zürich jetzt vielleicht für überflüssig, und doch würde wahrscheinlich eine spätere Zeit beklagen, wenn die Beobachtungen, die wenig Zeit und Mühe kosten, nicht mehr fortgesetzt würden. Wenn man die einzelnen Glieder dieser Kategorie mit einander vergleicht, so findet man schon jetzt im Laufe von 3 Jahren nicht ganz unbedeutende Unterschiede; z. B. die beiden Brunnen in Aussersil (Aktienhäuser und Hohlgasse) bewegen sich in viel rascheren und grösseren Schwankungen mit dem Seespiegel als die übrigen; ferner rufen die gleichen Seestände zu verschiedenen Zeiten doch merklich verschiedene Stände in den Brunnen hervor. Z. B. der See erreicht im Mai 1868 sein Jahrsmaximum, es steigt auch das Wasser in den beiden Brunnen, aber nicht so hoch, wie Ende Dezember bei einem niedrigeren Seestande. Endlich standen beide Ende Oktober 1867 bei niedrigerem Seestande höher, als im Mai 1862 beim höchsten Stande des Sees. Da diese Thatsachen jedenfalls auch zur Zukunfts-Hydrographie von Zürich gehören und zu irgend welcher Erkenntniss einmal nothwendig werden können, verdienen die Beobachtungen gewiss fortgesetzt zu werden, selbstverständlich unter der Voraussetzung, dass es auch ferner mit der erforderlichen Genauigkeit geschieht.

Als Maassstab für die Durchfeuchtung des Bodens bleiben unter den in Zürich beobachteten Brunnen für mich nur die beiden am Zeltweg übrig, deren Angaben möglicherweise ähnlich wie die Brunnen in München auf der bayerischen Hochebene beurtheilt

1) Zeitschrift für Biologie Bd. IV.

werden könnten. Die Lage von Zürich und des Hottingerbodens ist immerhin noch eine ganz andere, als die Lage von München. Der vielfach eingeschnittene und so verschieden abfallende Zürichberg mit seiner sehr verschieden durchlässigen Oberfläche ist immerhin noch eine ganz andere Gegend, als die viele Quadratmeilen umfassende Hochebene von München, die fast ausschliesslich aus Geröll besteht, über dem sich meist nur einige Zoll Ackererde befindet. Sowohl das Gefäll, als die Beschaffenheit der Oberfläche der Münchner Hochebene macht da die Brunnen gleichmässiger geeignet für Grundwasserbeobachtungen, jedenfalls noch viel mehr, als es der Brunnen von Hottingen ist. Aber auch dieser widerspricht schon der Grundwassertheorie, soweit sie bis jetzt entwickelt ist, bezüglich der Cholera 1867 nicht im geringsten. Er zeigte im Winter und Frühlinge dieses Jahres einen so hohen Stand, wie in keinem der drei folgenden Jahre mehr und sank bis zum September beträchtlich herab und erreichte unter geringen Oscillationen fast gleichzeitig mit der Höhe der Epidemie seinen tiefsten Stand.

Ebensowenig widerspricht der Theorie ein anderes Grundwasseranzeichen des Zürichberges, welches gleichfalls unabhängig vom See ist, nämlich die Ergiebigkeit der städtischen Ouellen. Mir scheint überhaupt, dass regelmässig wiederholte Aichungen mehrerer Quellen für Orte, die wie Zürich gelegen und beschaffen sind, ähnlich brauchbare Maassstäbe für die Schwankungen der Grundwasserverhältnisse liefern könnten, wie in München die Messungen des Wasserstandes in den nicht von der Isar beeinflussten Brunnen. Das Cholerajahr 1867 in Zürich ist vor allen ausgezeichnet gewesen durch einen andauernden Hochstand sämmtlicher Quellen im Winter und Frühling, wie er in drei folgenden Jahren auch nicht entfernt oder nur ganz kurz vorübergehend wieder vorgekommen ist. Die Wassermenge der Quellen sinkt von Anfang März bis gegen Ende August, wo die Cholera, die sich seit Ende Juli in einzelnen wenigen Fällen gezeigt hatte, eben anfängt, grössere Dimensionen anzunehmen. Das lässt auf eine hochgradige Durchfeuchtung des Bodens von Zürich schliessen, welcher zur Erzeugung dessen, was die örtliche und zeitliche Disposition ausmacht, beigetragen, und der Epidemie mehrere Monate ähnlich vorausgegangen ist, wie der

hohe Grundwasserstand in München von Juni bis September 1853 dem Ausbruch der Epidemie im Juli 1854.

Aehnliche Anzeigen, wie die Quellenmessungen machen auch die Lysimeter auf dem Adlisberge, wenn auch nicht mit derselben Regelmässigkeit und Constanz. Es ist gewiss sehr wünschenswerth, dass auch diese Beobachtungen fortgesetzt werden, aber die Quellenaichungen werden sie doch nie ersetzen und entbehrlich machen können, da diese den durchschnittlichen zeitlichen Rhythmus und Grad der Wasserversickerung im Boden doch gewiss immer viel richtiger und allgemeiner anzeigen werden.

Dieser hohe und andauernde Feuchtigkeitsstand des Bodens im Winter und Frühlinge von 1867 war sicherlich nicht auf das Infiltrationsgebiet der städtischen Quellen am Zürichberge beschränkt, sondern dehnté sich auch noch weiter über die Stadt aus, wirkte möglicherweise entsprechend Gefälls- und Bodenverhältnissen und anderen Zuständen, die im Boden ungleichmässig vertheilt sind, mehr oder weniger, länger oder kürzer, aber ohne sich im Stande jener Brunnen auszusprechen, welche an vielen Stellen in Zürich von andern Einflüssen viel mehr beherrscht sind.

Was hindert aber die Verfasser dennoch, von alledem einen Einfluss auf die Epidemie von 1867 anzunehmen? Zunächst wohl ihre Vorstellung, dass es sich nur um das Auf- und Niedergehen von Wasser in einer Bodenschichte handle, und dass nur jene Schichte oder Zone, in welcher das Grundwasser auf- und niedergehe, bei der sogenannten Grundwassertheorie in Betracht kommen könne. Ich habe bereits nachgewiessen, dass diese Vorstellung nicht haltbar ist.

Dann ist wahrscheinlich ein weiteres Hinderniss dieses, dass sie die Feuchtigkeitsverhältnisse zu bestimmten Zeiten ausser ihrem Zusammenhang mit vorhergehenden betrachten, und von jeder Schwankung stets sofort correspondirende Aeusserungen der Frequenz der Krankheit erwarten. Sie sagen z. B. die Oberfläche betreffend: „Zur Zeit der Einschleppung der Cholera, Anfangs August war die Erdoberfläche ungefähr einen Monat ziemlich trocken; die Regenfälle zu Ende August haben ein vorübergehendes Steigen der Feuchtigkeit zur Folge; im September steigt die Feuchtigkeit

mit der Heftigkeit der Cholera, um von Mitte des Monats an mit der letztern wieder abzunehmen. Beim Erlöschen der heftigen Epidemie ist die Bodenfeuchtigkeit wieder so gering, wie beim Ausbruch derselben."

Bezüglich des Untergrundes sagen sie: „Mit Rücksicht auf die Feuchtigkeit der tiefen Schichten und damit des ganzen Abhanges des Zürichberges findet die Einschleppung der Krankheit Ende Juli bei einem Mittelstand der Quellen und gleichbedeutend der Feuchtigkeit dieser Schichten statt, letztere fällt bis August, während sich die Epidemie zum Ausbruch rüstet. Gleichzeitig mit der Heftigkeit der Krankheit steigt nun auch die Feuchtigkeit, und nimmt ebenso wieder ab."

Um nun aber zu zeigen, dass auch hierin, dass die Epidemie mit der Feuchtigkeit der obern und untern Schichten zu- und abnimmt, nichts Gesetzmässiges, sondern nur etwas Zufälliges liegt, machen sie auf den Stand des Brunnens auf dem Zeltwege aufmerksam: „Hier herrscht während der ganzen Krankheitsperiode ziemliche Beständigkeit, da das schwache Sinken Anfangs September ebenso wenig in Betracht fallen kann, als das schwache Steigen Ende August. Ein bemerkbares Steigen tritt hier erst ein, nachdem die Krankheit schon vorher fast ganz erloschen ist, und kann jedenfalls nicht mit diesem vorhergegangenen Erlöschen in Verbinung gebracht werden."

Nichts kann deutlicher zeigen, dass die Verfasser einen sehr unmittelbaren, höchst einfachen, sonst durch weiter nichts bedingten Zusammenhang zwischen Cholerakeim und Grundwasser zur Bedingung ihrer Anerkennung der Grundwassertheorie machen. Dasselbe geht aus der Vergleichung der Seestände von 1867 mit denen von 1854 und 1855 und dem daraus gezogenen Schluss hervor. Die Seestände waren in diesen drei Jahren, in denen sich die eingeschleppte Cholera theils nur sporadisch, theils mehr oder weniger epidemisch zeigte, ziemlich gleich und ganz normal. Da die Untersuchungen der Verfasser ferner ergeben haben, dass die Grundwasserstände in Aussersil vom See abhängig sind, so nehmen sie an, dass auch die Grundwasserverhältnisse in Aussersil 1854, 1855 und 1867 die gleichen waren. Ebenso nehmen sie an, ohne übrigens Beweise

beizubringen, dass auch sonst die Feuchtigkeitsverhältnisse der Jahre identisch waren, und doch sei im Jahre 1855 die Cholera in Aussersil sozusagen gar nicht, im Jahre 1867 sehr heftig aufgetreten. Sie fassen alle diese Verhältnisse nur vom Zeitpunkte der Einschleppung des Cholerakeimes an in's Auge, und fragen nicht, was vorausgegangen, oder was etwa sonst anders war, und auf verschiedene Feuchtigkeitszustände zu verschiedenen Zeiten im Boden Einfluss haben konnte.

Dieser willkührlich enggezogene Gesichtskreis, der den sonstigen Thatsachen von der Verbreitung der Cholera-Epidemieen nicht gerecht zu werden vermöchte und einen ganz unnatürlichen Zwang auferlegen würde, tritt auch im letzten Schlusse, den die Verfasser gezogen haben, deutlich hervor: „Am Abhang des Zürichberges und im Hottingerboden ging dem Ausbruch der Krankheit im Frühjahre ein Maximalstand der Feuchtigkeit vorher, der bis zur Zeit des heftigeren Auftretens der Krankheit anfangs September in einen Mittelstand übergeht. Während nun die Krankheit im Ganzen zu- und wieder abnimmt, bleibt die Feuchtigkeit ziemlich constant. Unter denselben Verhältnissen gelangt die Krankheit im Zeltweg und Hottingerboden nicht zum Ausbruch, tritt am Abhange des Zürichberges an einem Orte ziemlich heftig, am andern gar nicht auf. Es kann also hier ein Zusammenhang der Bodenfeuchtigkeit mit dem Auftreten der Cholera ebenfalls nicht aufgefunden werden und erscheint auch eine Nachwirkung des hohen Wasserstandes im Frühling nicht vorhanden, da sich diese gleichmässig über das ganze Gebiet hätte erstrecken müssen.“

Diesen Maximalstand der Feuchtigkeit, welcher in abnormer Weise den Winter und Frühling hindurch andauerte, halten also die Verfasser aus zwei Gründen nicht für maassgebend, erstens weil die Aenderung bis zum Mittelstande nicht während der Dauer der Epidemie erfolgte, bei dem Ausbruch der Mittelstand schon eingetreten war und sich auch bis zum Ende ziemlich gleich behauptete, dann weil die Cholera nicht gleichmässig über den ganzen Zürichberg ausgebreitet war. Diese Bedenken sind ohne alle Bedeutung. So hat z. B. Calcutta alljährlich seinen Maximalstand von Feuchtigkeit im August und September und sein jährliches Choleramaximum im

März und April, so dass diese Maxima in Calcutta regelmässig durch ähnliche Zeiträume getrennt sind, wie 1867 auch in Zürich. So schwankte während der grossen Typhus-Epidemieen 1857/58 und 1865/66 in München[1]) der Grundwasserstand auch nur sehr unbedeutend. Die höchste Mortalität der erstern Epidemie fällt in den Januar 1858, während das Grundwasser darnach noch einen Monat länger bis zum Februar sinkt; hingegen in der zweiten Epidemie fällt die höchste Mortalität gleichfalls in den Januar, aber das Grundwasser ist schon seit einem Monat im Steigen begriffen.

Dass nicht der ganze Abhang des Zürichbergs gleichmässig mit Cholera bedeckt ist, ist nicht auffallender, als dass in den Flussthälern die Choleraepidemieen oft nur streckenweise vorkommen, darunter und darüber nicht. In der Regel sind es die unteren Abschnitte, näher der Mündung als dem Ursprung, ähnlich wie 1867 hauptsächlich das Niederdorf in Zürich ergriffen war; es gibt aber auch genug Fälle, wo es die oberen Abschnitte sind, wie 1855 Fluntern. Hieher gehören auch mehrere Gefällsverhältnisse der Oberfläche, z. B. dass Häuser in Mulden, am Fusse steiler Abhänge in der Regel unter sonst gleichen Umständen viel mehr leiden, als in entgegengesetzter Lage, obschon auch das Gegentheil vorkommt. Ich bin Ausnahmen von den Regeln nie ausgewichen, sondern habe sie mit Vorliebe sogar aufgesucht und nicht selten wurden gerade sie durch eine nähere Untersuchung sehr eklatante Bestätigungen für die Regel. Seit ich an Ort und Stelle nachgewiesen habe, dass der Felsen von Malta mindestens so porös wie Berliner Sand ist, dem nur jenes Bindemittel, jener Zusammenhang fehlt, um sonst genau den Felsen von Malta vorstellen zu können, wird die Insel nicht mehr als Beweis gegen den Einfluss porösen Bodens bei Choleraepidemieen angeführt. Durch Ausnahmen, richtig untersucht, kann man nur lernen, und so kann ich auch in diesem Mangel der gleichmässigen Verbreitung der Krankheit über den Zürichberg keinen Beweis gegen die durch ganz andere Thatsachen fest begründete Grundwassertheorie, sondern nur eine Aufforderung zu noch weiteren Studien und noch genaueren Beobachtungen erblicken,

---

1) Siehe Tafel von Wagus, Zeitschrift für Biologie Bd. IV.

die allmälig immer mehr Räthsel lösen werden. Dieser Mangel einer ganz gleichmässigen Verbreitung bei sonst, wenigstens anscheinend oder angenommen ganz gleichen Feuchtigkeitsverhältnissen und Bodenbeschaffenheit kommt nicht bloss bei Cholera und Typhus, sondern auch bei Wechselfieber vor, einer Krankheit, deren Abhängigkeit von Boden und Grundwasser bisher Niemand in Zweifel zieht. Erst ein weiters Fortschreiten in unsrer Erkenntniss wird uns schliesslich alle Ausnahmen von der Regel, d. h. alle Störungen, die ein Gesetz erleidet, die verschiedenen Combinationen, in die es gelangt, die verschiedenen Formen, unter denen es erscheint, richtig beurtheilen lassen. Dieses Endergebniss schon bei einer in Entwicklung begriffenen neuen Sache oder Lehre von vorneherein erwarten und verlangen, wäre gleich bedeutend mit einem ewigen Stillstand, oder mit einem Einpressen eines in Entwicklung begriffenen Organismus in eine starre Form, die er sprengen, oder zu Grunde gehen muss.

Würden die Verfasser ihre Art und Weise, den Zusammenhang des Grundwassers mit der Cholera von 1867 in Zürich zu prüfen, auf das Wechelfieber und eine Malariagegend anwenden, so würden sie sehr bald ganz auf die gleichen Widersprüche stossen, wie schon Delbrück aufmerksam gemacht hat, und müssten consequenterweise Boden und Grundwasser auch ohne Einfluss auf das Wechselfieber erklären. Durch die neuesten Untersuchungen über das Verhalten der Cholera in Ostindien, sowohl in dem endemischen Gebiete, wo sie jedes Jahr vorkommt, als auch in den epidemischen Bezirken, wo sie nicht jedes Jahr erscheint, wird der Einfluss des Bodens und des Wassers in ihm als etwas Wesentliches und Nothwendiges eine so augenscheinliche Thatsache, dass die Berechtigung der Grundwassertheorie, nebstdem dass sie schon von Anfang an eine unerschütterliche Basis hatte, nicht mehr in Frage kommen kann. Nicht mehr Arbeiten über das Ob, sondern über das Wie sind jetzt unsere Aufgabe.

Was ich in Zürich vorerst nachträglich zu thun noch empfehlen möchte, ist eine genaue Vergleichung der Regenverhältnisse von 1854, 1855 und 1867 im Zusammenhalt mit einigen Vorjahren und dem Mittelstande. Vielleicht liegt in der Menge oder in der Vertheilung der Niederschläge die Erklärung, warum 1854 die einge-

schleppte Krankheit keine, 1855 eine so geringe und 1867 eine viel grössere Verbreitung fand. Das zeitliche Auftreten und die örtliche Begränzung der Krankheit 1867 in Zürich in epidemischer Form, an diesem einzigen Punkte des Nordabhangs der Alpen, ist ätiologisch eine höchst interessante Thatsache. Ich betrachtete sie damals mit grosser Besorgniss als einen schlimmen Vorboten für Süddeutschland und das Jahr 1868, ähnlich wie es 1865 die einzeln gebliebenen Epidemieen von Altenburg, Werdau und Elsterberg in Sachsen für die heftigen Epidemieen von Norddeutschland, Oesterreich, Belgien und Holland 1866 waren. Möglicherweise ging meine Befürchtung desshalb nicht in Erfüllung, weil es im Jahre 1868 in ganz Europa an Cholerakeim mangelte, der auch in Zürich nicht überwintert wurde.

Notiz zu dem Aufsatze über die Querlinien der Muskelfasern.*)

Von

W. Krause.

In dem Holzschnitt *A* fehlt leider die Hensen'sche Mittelscheibe, die mit *m* bezeichnet werden sollte. In Folge der Kriegsereignisse war es unmöglich, die Holzschnitte vor dem Druck einzusehen; zum Glück sind die Hensen'schen Präparate und Photographien von Amphioxus wohl Allen, die sich für die Angelegenheit interessiren, zugänglich und ist der Holzschnitt *A* danach zu corrigiren. Derselbe sollte in der hell gezeichneten anisotropen Substanz eine sehr feine dunkle Querlinie: die Hensen'sche Mittelscheibe zeigen.

---

*) Diese Zeitschrift Bd. VI H. 4 S. 454.

Histiologische und physiologische Studien.

Von

G. Valentin.

Zehnte Abtheilung.

XXII. Die elektromotorischen Eigenschaften der Nerven und der Muskeln des Embryo.

Die in diesem Aufsatze geschilderten Untersuchungen sollten vorzugsweise zwei Fragen beantworten: Ich bemühte mich, zu ermitteln, ob die elektromotorischen Eigenschaften der Nerven und der Muskeln erst dann zum Vorschein kommen, wenn diese Gewebe die gleichen Formbestandtheile wie in dem vollkommen ausgebildeten Zustande darbieten, oder ob sie schon auf früheren Entwickelungsstufen auftreten. Es handelte sich ferner zu wissen, ob die Flächen, die später positiv und die, welche in der Folge negativ sind, dieselben Eigenthümlichkeiten von Anfang an darbieten oder nicht.

Die Untersuchungen sind an Hühnerembryonen angestellt worden. Ich liess die Eier durch eine Henne und nicht in der Brutmaschine ausbrüten, um die Entwickelungszeiten genauer angeben zu können. Hat man auch eine gleichförmige Heizungswärme der künstlichen Vorrichtung hergestellt, so weicht doch nicht selten die Ausbildung der verschiedenen gleichzeitig eingelegten Eier gegenseitig ab, weil nicht alle Stellen der Brutmaschine denselben Wärmegrad darbieten. Die Henne verhütet diesen Uebelstand, indem sie die Lage der Eier von Zeit zu Zeit durch Scharren mit den Füssen ändert.

Ich habe schon einige Beobachtungen, die ich an jungen fri-

schen oder älteren Hühnerembryonen im Ganzen mittelst des Elektrogalvanometers anstellte, an einem anderen Orte[1]) mitgetheilt. Die Prüfungen, mit denen wir uns hier beschäftigen, sind an einem Sauerwald'schen Galvanometer von 30000 Windungen vorgenommen worden. Ich hatte das Nadelpaar so fein als möglich astasirt. Die grösste Langsamkeit der Bewegung, zu welcher ich gelangte, glich 75 Sekunden für eine volle oder eine Doppelschwingung. Man kann oft Tage lang arbeiten, ehe es gelingt, eine so grosse Zeitdauer herzustellen, sei es dass man die Magnetisirung mit einem bleibenden Magneten oder mit einem kleinen passenden Elektromagneten[2]) vornimmt. Hat man sie erreicht, so erhält sich in der Regel der geringe Unterschied in dem Magnetismus der oberen und der unteren Nadel eine blos kurze Zeit. Man findet z. B. schon 65 oder 60 statt 75 oder 70 Sekunden nach 24 Stunden. Ich verstärkte in diesem Falle die Astasie von Neuem, ehe ich die Beobachtungen am folgenden Tage fortsetzte.

War das Galvanometer mit den nöthigen Nebenvorrichtungen vorbereitet, so öffnete ich die Eier unter Wasser von 25 bis 35° C. und liess in ihm die Embryonen liegen, während ich einzelne von ihnen losgeschnittene Theile am Galvanometer prüfte. Die Stücke kamen, wie gewöhnlich, auf die aus Filtrirpapier bestehenden und mit einer $^1/_2$-procentigen Kochsalzlösung durchtränkten Deckbäusche der unpolarisirbaren mit der schwefelsauren Zinklösung versehenen Flanellkappen der Zuleitungsvorrichtung, die an den Enden der gut verquickten Zinkdrähte aufgesteckt waren. Hatte ich einen Theil galvanometrisch geprüft, so bewahrte ich ihn hierauf in einer feuchten Kammer für die spätere mikroskopische Untersuchung auf.

Die Embryonen vom ersten bis zum achten oder zehnten Tage bieten wenig Interesse dar, da sich höchstens ganze Körperstücke, nicht aber einzelne Muskeln oder Nerven mit genügender Sicherheit prüfen lassen. Elftägige Embryonen sind in dieser Hinsicht vortheilhafter. Ein solcher gab z. B.:

---

1) Die physikalische Untersuchung der Gewebe. Leipzig und Heidelberg 1867. 8. S. 589.

2) Ebendaselbst. S. 377.

Oberschenkelmuskeln. — Natürliche Längsfläche positiv gegen den künstlichen Querschnitt mit 66° am ganzen Galvanometer, dessen Nadel eine volle Schwingungsdauer 72 Sekunden darbot.

Der Vorderarm an dem sonst unversehrten Embryo so präparirt, dass man den Strom von dem natürlichen Längsschnitte und dem künstlichen Querschnitte ableiten konnte. — Die Längsfläche positiv mit 70°. Ruhe 34°. Der Hals galvanisirt, so dass die Schläge des Magnetelektromotors durch den Cervicaltheil des Rückenmarks gehen. Negative Schwankung des Muskelstromes 4°.

Der Wadenmuskel in ähnlicher Weise hergestellt. — Längsfläche gegenüber dem künstlichen Querschnitt positiv mit 48°. Ruhe 34°. Rückentheil des Rückenmarkes galvanisirt. Negative Schwankung des Muskelstromes 3°.

Halsmuskeln. — Längsfläche im Vergleich zum künstlichen Querschnitt positiv mit 35°.

Die Muskelfasern des Gastrocnemius waren schmal, enthielten zahlreiche Kerne in ihrem Hohlraume und verriethen die ersten Spuren von Doppelbrechung.

Embryonen vom 13. Tage eignen sich noch besser, belehrende Präparate anzufertigen. Ein solcher gab z. B.:

2 U. 35 M. Das Ei geöffnet. Der von seinen Eihüllen befreite Embryo macht unter dem lauen Wasser einige Male den Mund auf und bewegt mehrfach und lebhaft die vier Extremitäten und den Körper.

2 U. 38 M. Halbes Galvanometer, also 15000 Windungen. Volle Schwingungsdauer der Nadel 72 Sekunden.

Wadenmuskel. — Die natürliche Längsfläche gegen den künstlichen Querschnitt positiv mit 34° ersten Ausschlages und 15° Ruhe.

2 U. 42 M. Einerseits die Längsfläche des Wadenmuskels (der anderen Seite) und andererseits die Ferse und der Fuss aufgelegt. Der Hüftnerv befindet sich auf der stromzuleitenden Vorrichtung. Die natürliche Längsfläche des Wadenmuskels positiv. Die Nadel geht in diesem Sinne an die Hemmung und ruht zuletzt bei 64°.

2 U. 47 M. Die Erregung des Hüftnerven durch schwache Ströme des Magnetelektromotors führt zu einer sichtlichen Zusammenziehung des Wadenmuskels. Die Nadel weicht von 64° auf 51° zurück und ruht später bei 58°.

2 U. 54 M. Die natürliche Längsfläche des Hüftnerven ist positiv gegenüber dem künstlichen Querschnitte. Die Nadel schlägt bis 66° bei halbem Galvanometer aus und bleibt zuletzt bei 52° stehen. Behandelt man einen oberen Nervenabschnitt mit schwachen Schlägen des Magnetelektromotors, so erhält man eine negative Schwankung von 4°.

2 U. 56 M. Derselbe Nerv mit einem anderen Querschnitte aufgelegt. Die Längsfläche positiv im Verhältniss zu dem natürlichen Querschnitte. Ausschlag an dem halben Galvanometer 48°. Ruhe 38°. Elektrotonus zweifelhaft.

3 U. Die Längsfläche des Wadenmuskels positiv gegen die Achillessehne mit 63° des ganzen Galvanometers. Ruhe 44°. Der Hüftnerv mit schwachen Strömen des Magnetelektromotors behandelt. Negative Schwankung des Muskelstromes 4°.

Der Hüftnerv erschien dem freien Auge grauweiss. Zerfaserte man ihn, so glaubte man auf den ersten Blick variköse Markfasern an einzelnen Stellen wahrzunehmen. Die nähere Untersuchung lehrte aber, dass Kernbildungen in dieser Beziehung täuschten. Die meisten Fasern zeigten sich unter dem Mikroskop grauweiss und marklos in gewöhnlichem Lichte. Die in Bezug auf die Längsachse in einzelnen Fasern schwache, aber in dickeren Bündeln sehr ausgesprochene negative Aenderung des rothen Gypsgrundes in Bezug auf die Längsachse lehrte, dass schon die erste Spur von Mark vorhanden war.

Die Muskelfasern des Wadenmuskels erschienen körnig und sehr schmal. Querstreifen liessen sich an den meisten nicht erkennen. Die Fasern erwiesen sich als schwach positiv doppelbrechend in Bezug auf ihre Längsachse. Die Essigsäure, welche sie durchsichtiger machte, brachte zahlreiche längliche körnige Kerne zum Vorschein. Man erkannte dann auch einzelne feine Querlinien oder Querrunzeln an manchen Stellen. Andere Gruppen von Mus-

kelfasern erschienen mit zahlreichen Körnchen, wahrscheinlich von Fett bedeckt.

3 U. 10 M. Ganzes Galvanometer. Dünndarm. Längsfläche positiv im Verhältniss zu dem künstlichen Querschnitte. Ruhe 52°. Neuer Querschnitt. Längsfläche wiederum positiv mit 10°.

3 U. 14 M. Ganzes Galvanometer. Grosser Brustmuskel. Längsfläche positiv im Verhältniss zum künstlichen Querschnitt mit 76°. Ruhe 40°. Die Muskelfasern noch sehr schmal, glashell, mit zahlreichen Kernen und an einzelnen sparsamen Stellen mit Querlinien versehen.

3 U. 18 M. Die untere Hälfte der Herzkammern mit dem künstlichen Querschnitte und der Herzspitze aufgelegt. Die natürliche Längsfläche positiv bei ganzem Galvanometer bis an die Hemmung und bei halbem bis 50°. Ruhe 24°.

Dieses Kammerstück enthielt trotz seiner rothen Farbe nur grau erscheinende Muskelfasern, die auffallend schmal waren, eine schwache, in Bezug auf die Längsachse positive Doppelbrechung darboten und an einzelnen, jedoch seltenen Stellen Querrunzeln nach der Behandlung mit Essigsäure zeigten.

4 U. 0 M. Ein zweites Stück des grossen Brustmuskels. — Die natürliche Längsfläche ist positiv gegen den künstlichen Querschnitt am ganzen Galvanometer bis zur Hemmung und am halben bis 85°. Ruhe 56°.

Am folgenden Tage. 9 U. 30 M. Schwingungsdauer der Nadel 71 Sekunden. Ein Stück des grossen Brustmuskels. — Richtiger Muskelstrom, halbes Galvanometer 28°. Ruhe 12°. Umgelegt und ganzes Galvanometer. Richtiger Strom 47°. Ruhe 38°.

Zweitfolgender Tag: 9 U. 30 M. Bruststück der Halsmuskeln. Ganzes Galvanometer. Richtiger Strom 12°.

Man sieht aus diesen Untersuchungen, dass sich der richtige Muskelstrom mit seiner negativen Schwankung während der Verkürzung schon auf Entwickelungsstufen nachweisen lässt, auf denen die Muskelfasern noch lange nicht vollständig ausgebildet, dagegen natürlich schon mit ihrem Verkürzungsvermögen versehen sind. Sie besitzen dann noch ihren mit zahlreichen Kernen versehenen Hohl-

raum, haben noch keine Querstreifen oder zeigen diese höchstens erst seit kurzer Zeit. Der richtige Muskelstrom zwischen der natürlichen Längsfläche und dem künstlichen Querschnitte kann sich dann bis zu zwei Tagen nach dem Tode erhalten. Ebenso geben Nerven, die in gewöhnlichem Lichte scheinbar gar kein Mark führen und nur die ersten sparsamen Ablagerungen desselben in polarisirtem Lichte verrathen, dagegen schon ihre bewegungserregenden Eigenschaften besitzen, den richtigen Nervenstrom und dessen negative Schwankung während der Thätigkeit. Die elektromotorischen Eigenschaften der Nerven und des Muskels fordern mit einem Worte zu ihrem Auftreten nicht die bestimmte Form der Gewebe, welche der völlig ausgebildete Zustand darbietet. Eine andere Stromesrichtung, als diejenige, welche sich im Erwachsenen vorfindet, tritt im Embryo von den Zeiten an nicht auf, die eine zuverlässige Prüfung gestatten.

XXIII. Positive und negative Stromesschwankungen als Zeichen gewisser Zersetzungsstufen der Nerven- und der Muskelmasse.

Die Erfahrungen, die ich über die Folge der Antiarinvergiftungen machte, führten schon zu dem Ergebnisse, dass man hier eine Zersetzungsperiode der Nerven- und der Muskelmasse nach dem Tode antrifft, während der man positive und negative Stromesschwankungen je nach der verschiedenen Schliessungsrichtung des tetanisirenden Magnetelektromotors erhält. Als ich meine in dieser Hinsicht an Säugethieren und Fröschen gewonnenen Erfahrungen in der achten Abtheilung dieser Studien (Henle und Pfeuffer Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. XXXIV, 1869, S. 47—89) veröffentlichte, bemerkte ich schon (S. 89), dass man ähnliche Erscheinungen nicht blos an Kaninchen, die mit Curare vergiftet worden, sondern auch an solchen, die man durch mechanische Mittel getödtet hat, wahrnehmen kann. Die hier mitzutheilenden Beobachtungen können diesen Satz ausführlicher bestätigen und zugleich einige Aufschlüsse über die Wirkungen anderer Gifte, wie des Nicotin, des Coniin und der Blausäure liefern. Ich werde nur einige der bemerkenswertheren der am Kaninchen und Meerschweinchen gefundenen Thatsachen ausführlicher mittheilen, mich dagegen

noch auf andere Erfahrungen in der allgemeinen Uebersicht der Ergebnisse beziehen.

Ich gebrauchte wiederum ein Sauerwald'sches Galvanometer von 30000 Windungen zu diesen an Säugethieren angestellten Untersuchungen. Die Nadel war stets so astasirt, dass sie 20 bis 23 Sekunden für eine einfache Schwingung brauchte. Hatte sie besonders durch kräftige Muskelströme in untergeordnetem Grade gelitten, so verbesserte ich sogleich darauf den Zustand durch Schwächung oder Stärkung der oberen Nadel mit einem kleinen und nicht sehr kräftigen Magneten. Da ich die Hemmungen entfernt hatte, so konnte ich über erste Ausschläge bis in den dritten Quadranten hinein verfügen. Die so störende Erscheinung, dass sich die Nadel eine Reihe von Malen im Kreise herumdreht, kam fast nie bei der Prüfung von Muskelstücken und daher um so weniger bei der der Nerven vor. Man hat hierbei, wie ich schon früher erläuterte, den Vortheil, dass man den Muskel- und den Nervenstrom ohne weitere Aenderung der Vorrichtung prüfen kann, wenn man selbst die gesammten 30000 Windungen des Galvanometers gebraucht. Alle übrigen Anordnungen stimmten mit denen überein, die ich bereits in der Antiarinabhandlung (S. 47 bis 51) erläuterte.

Da ich auch schon in dieser das Nähere über die unmittelbare Einwirkung des Magnetelektromotors auf das Galvanometer, wenn der Nerv oder der Muskel nicht eingeschaltet worden, sowie über die Beziehungen, welche jede Irrung durch verborgene Nebenströme oder magnetisirte Eisenmassen ausschliessen, mitgetheilt habe, so brauche ich hier nur noch zu bemerken, dass ich alle auf diese Punkte bezüglichen Prüfungen von Neuem wiederholte und dabei die früheren Ergebnisse vollständig wiedererhalten habe. Der Nerv und der Muskel wurden stets auf die Bäusche und die Platinblätter der stromzuführenden Vorrichtung so aufgelegt, dass der Theil, der auf dem oberen Platinbleche lag, das Gegenstück der Längsfläche des untersuchten Gewebes bildete. Die Leitungen zu dem Stromwender und dem Magnetelektromotor, der ungefähr fünf Meter vom Galvanometer abstand und durch vier der kleinen Elemente getrieben wurde, verliefen immer in derselben Weise.

Ich nenne dabei erste Schliessungsrichtung der Anordnung den Fall, in welchem der positive Pol des Schliessungs-, also der negative des Oeffnungsinductionsstromes dem oberen und zweite, wo er dem unteren Platinbleche entsprach. Die Plus- und die Minuszeichen beziehen sich auf die Ausschlagsrichtungen der Nadel im Sinne des richtigen oder des umgekehrten Muskel- und Nervenstromes.

Obgleich ich in der Nähe so scharf sehe, dass ich mir zutraue noch $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ des 2^0 entsprechenden Zwischenraumes zwischen zwei Linien der Galvanometertheilung richtig schätzen zu können, so habe ich mir doch, schon der Parallaxe wegen, ein kleines schwach vergrösserndes Fernrohr oberhalb der gläsernen Hülle des Instrumentes anbringen lassen und sehr kleine Ablenkungen durch dieses beobachtet. Ich gehe übrigens nie unter einen halben Grad in den angeführten Zahlen hinab.

Wir wollen vier Paradigmen im Einzelnen betrachten, ein Kaninchen, das gewaltsam, ein zweites, welches durch Nicotin, ein drittes, das durch Coniin und ein Meerschweinchen, das durch Blausäure getödtet worden.

Erste Beobachtungsreihe.

Grosses Albinokaninchen, durch Erstickung getödtet.

Das Thier war an langsamer Erstickung in Folge unvollständiger Luftröhrenunterbindung zu Grunde gegangen. Der Leichnam wurde eben so, wie der der später anzuführenden Thiere, in einem Zimmer, dessen Wärme ungefähr zwischen + 5° und + 10° C. schwankte, ausserhalb der Untersuchungszeit aufbewahrt.

I. Unterer Theil des rechten Hüftnerven frisch herausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
1	19	45	+ 6	+ 1,5	Richtiger Nervenstrom.
2	19	47	0	—	Beide Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
3	19	54	+ 9	+ 5	Nerv frisch aufgelegt. Richtiger Strom.
4	19	56	0	—	Beide Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors.
5	19	57	+ 4	—	Richtiger Elektrotonus mit 4 kleinen Zinkkohlenelementen.
6	19	59	Nicht deutlich.	—	Dieselben 4 Elemente.
7	20	1	+ 4	—	Richtiger Elektrotonus mit 8 Elementen.
8	20	3	+ 5	—	Dieselben 8 Elemente.

Gehört es zu den gewöhnlichen Erscheinungen, dass ein Kaninchennerv einen richtigen Strom noch $19^3/_4$ Stunden nach dem Tode liefert, so stossen wir in Nr. 7 und 8 auf die Eigenthümlichkeit, dass die Schliessung einer Batterie, die aus 8 kleinen mit verdünnter Schwefelsäure geladenen Zink-Kohlenelementen bestand, dieselbe elektrotonische Ausschlagsrichtung bei beiden einander entgegengesetzten Schliessungsarten hervorrief. Die mehrfache Wiederholung des Versuches lieferte dasselbe Ergebniss. Eine Täuschungsursache liess sich nicht auffinden.

II. Bündel des nachdrücklich todtenstarren Adductors[1]) der rechten Seite.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
9	20	6	— 28	— 23	Umgekehrter Strom.
10	20	9	0	—	Beide Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors.

1) Ich habe Bündel des Adductor magnus und des Adductor longus benutzt und nenne sie kurz Adductor, da es für unsern Zweck gleichgültig ist, von welchem Muskel die Probe stammt.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
10	20	10	0	—	Kein Elektrotonus mit 2 oder 4 Elementen.
11	20	12	— 3	—	In Bezug auf den umgekehrten Strom umgekehrter Elektrotonus durch 8 Elemente.
12	20	14	+ 3	—	

III. Der unter Nr. I erwähnte obere Theil des rechten Hüftnerven, indessen zwischen den rechten Oberschenkelmuskeln aufbewahrt.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
13	23	29	+ 9	+ 6	Richtiger Strom.
14	23	31	— 34	—	Magnetelektromot. erste Richtung. Negative Schwankung.
15	23	33	+ 35	—	Desgl. zweite Schliessungsrichtung. Positive Schwankung.
16	23	40	— 14	—	Desgl. erste Richtung. Negative Schwankung.
17	23	43	+ 23	—	Desgl. zweite Richtung. Positive Schwankung.
18	23	46	— 30	—	Richtiger Elektrotonus durch zwei Elemente.
19	23	49	+ 61	—	
20	23	54	— 12	—	Magnetelektromot. erste Richtung. Negative Schwankung.
21	23	57	+ 12	—	Desgl. zweite Richtung. Positive Schwankung.
22	24	0	— 11	—	Richtiger Elektrotonus durch ein Element.
23	24	2	+ 11	—	
24	24	5	— 12	—	Magnetelektromot. erste Richtung. Negative Schwankung.
25	24	7	+ 11	—	Desgl. zweite Richtung. Positive Schwankung.

Vergleichen wir diese Ergebnisse mit denen von Nr. I., wo in beiden Fällen die Bäusche vor den Versuchen vollkommen gleichartig waren und die Entfernung derselben von dem unteren Platinbleche zwei Millimeter glich, so sehen wir, dass derselbe Nerv, der keine, selbst nur mit dem Fernrohr kenntliche Spur von Nadelablenkung geliefert hatte, erste Ausschläge in Nr. 14 und 15 gab, die beinahe das Vierfache des ursprünglichen, immer noch richtigen Nervenstromes betrugen. Nr. 16 und 17, 20 und 21, 24 und 25 lehren, dass auch hier die gleiche Erscheinung, die ich schon nach Antiarinvergiftung gesehen, hervortrat, dass nämlich die erste Behandlung mit dem Magnetelektromotor die grössten und die spätere kleinere Ausschläge lieferten. Nr. 18 und 19 zeigen, dass auch die Empfänglichkeit für den Elektrotonus im Vergleich zu 7 und 8 bedeutend zugenommen hatte. Die positive Phase bot jetzt einen weit stärkeren Ausschlag als die negative dar, ein Unterschied, der sich in Betreff der Magnetelektromotorschwankungen nur in Nr. 16 und 17 zeigt. Diese entsprechen dem richtigen Elektrotonus, wenn man die inducirten Schliessungs-, nicht aber wenn man die Oeffnungsströme dem Vergleiche zum Grunde legte.

IV. Frisch ausgeschnittenes Bündel des stark todtenstarren linken Adductors.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
26	24	12	— 22	— 13	Umgekehrter Strom.
27	24	15	— 1	—	Magnetelektromotor. Erste Richtung. Bei Wiederholung des Versuches Null.
28	24	16	+ 6	—	Desgl. zweite Richtung.
29	24	18	— 0,5	—	Desgl. erste Richtung.
30	24	19	+ 5,5	—	Desgl. zweite Richtung.
31	24	21	+ 5,5	—	Elektrotonus durch ein Element. Dieselbe Ausschlagsrichtung bei beiden entgegengesetzten Schliessungsrichtungen der erregenden Kette.
32	24	23	+ 16	—	

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
33	24	25	+ 4,5	—	Elektrotonus. Wie in No. 31 und 32.
34	24	27	+ 7	—	
35	24	29	+ 5	—	Magnetelektromotor. Erste Schliessungsrichtung.
36	24	31	+ 3	—	Desgl. zweite Schliessungsrichtung. Ausschlag in demselben Sinne und positiv im Verhältniss zu dem umgekehrten Muskelstrome.
37	24	33	+ 3	—	Elektrotonus durch zwei Elemente. Dieselbe Ausschlagsrichtung bei beiden entgegengesetzten Stromschliessungen.
38	24	35	+ 4	—	
39	24	37	+ 91	—	Elektrotonus durch vier Elemente. Positive Phase. Richtig in Verhältniss zu dem umgekehrten Strome.
40	24	32	Mehr als — 360	—	Desgl. Negative richtige Phase. Also jetzt wechselten die Ausschläge mit den Stromesrichtungen.

Der Abstand zwischen den Bäuschen und den Platinblechen betrug 7 Millimeter.

Wir stossen hier auf ähnliche Ergebnisse für die Muskelmasse, als wir in III. für den Hüftnerven gefunden haben. Es hatte sich zwischen 20 und 24 Stunden nach dem Tode die Eigenthümlichkeit entwickelt, dass die Einwirkung des Magnetelektromotors, die früher Null war, Stromesschwankungen herbeiführte. Die Natur derselben blieb aber bei beiden Schliessungsrichtungen die gleiche, nämlich negativ im Verhältniss zu dem ursprünglichen umgekehrten Strome. Etwas Aehnliches zeigte sich für den Elektrotonus, so lange man zwei oder vier Elemente zur Erregung gebrauchte. Acht hingegen gaben entgegengesetzte Phasen, die richtig in Bezug auf den um-

gekehrten Strom ausfielen. Eine Erscheinung, die in diesem wie in anderen Versuchen häufig wiederkehrte, bestand darin, dass sich oft ein wesentlich anderer Ruhepunkt der Nadel ergab, nachdem man den Elektrotonus hergestellt oder selbst nur die Tetanisation durch den Magnetelektromotor vorgenommen hatte.

V. Untere Hälfte des linken Hüftnerven, frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
41	44	55	— 7	— 5	Umgekehrter Strom.
42	44	57	— 12	—	Magnetelektromotor. Erste Schliessungsrichtung. Positive Schwankung.
43	45	0	+ 15	—	Desgl. zweite Richtung. Negative Schwankung.
44	45	2	— 10	—	Elektrotonus durch ein Element, richtig in Bezug auf den umgekehrten Strom. Positive Phase.
45	45	4	+ 9	—	Desgl. Negative Phase.

Der gegenseitige Abstand der Bäusche und der Platinbleche betrug 6 Millimeter. Man hatte dessenungeachtet und obgleich beinahe zwei Tage seit dem Tode des Thieres verflossen waren, die beiden Schwankungsarten je nach den zwei verschiedenen Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors und eine nicht unbedeutende Empfänglickkeit für den Elektrotonus.

VI. Stück des noch ziemlich stark todtenstarren linken Adductor, frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
46	45	7	— 35	— 22	Umgekehrter Strom.
47	45	9	+ 3	—	Magnetelektrom. Erste Richtung. Negative Schwankung.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
48	45	11	— 1	—	Desgl. zweite Richtung. Positive Schwankung.
49	45	13	— 16	—	Elektrotonus durch ein Element. Richtig in Bezug auf den umgekehrten Strom. Positive Phase.
50	45	15	+ 19	—	Desgl. Negative Phase.

Die gegenseitige Entfernung der Bäusche und der Platinbleche glich hier 10 Millimeter. Die Astasie der Nadel hatte so wenig gelitten, dass noch 23 Sekunden für eine einfache Schwingung nach Beendigung der Versuche nöthig waren. Der Muskel, der sich noch in ziemlich starker Todtenstarre befand, lieferte immer noch eine unzweifelhafte, wenn auch kleine, mit den Schlussrichtungen des Magnetelektromotors wechselnde Stromesschwankung und eine nicht unbedeutende Empfänglichkeit für elektrotonische Zustände.

VII. Obere Hälfte des linken Hüftnerven.

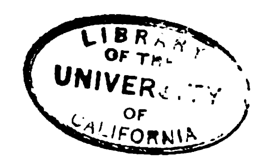
a. Gegenseitige Entfernung der Bäusche und der Platinbleche vier Millimeter.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
51	50	56	— 28	—	Umgekehrter Strom.
52	50	59	0	—	Magnetelektromotor bei beiden Schliessungsrichtungen.
53	51	3	+ 6	—	Umgekehrter Elektrotonus durch vier Elemente. Eins und zwei geben keine deutliche Wirkung. Negative Phase.
54	51	5	— 2	—	Desgl. Positive Phase.

b. Gegenseitige Entfernung der Bäusche und der Platinbleche zwei Millimeter.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
55	51	7	— 1	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Positive Schwankung.
56	51	9	+ 19	—	Desgl. zweite Richtung. Negative Schwankung.
57	51	11	— 2	—	Desgl. erste Richtung. Positive Schwankung.
58	51	12	0	—	Wiederhol. derselben Schliessungsart.
59	51	13	+ 11	—	Desgl. zweite Richtung. Negative Schwankung.
60	51	15	+ 12	—	Elektrotonus durch ein Element, umgekehrt im Verhältniss zu dem umgekehrten Strome. Negative Phase.
61	51	17	— 5	—	Desgl. Positive Phase.

Diese doppelte Versuchsreihe lehrt zunächt, dass man das Auftreten der durch den Magnetelektromotor erzeugten Schwankungen, so wie eine Verstärkung der elektrotonischen Wirkungen hervorrufen kann, wenn man die Entfernung der Bäusche von den Platinblechen verkleinert, also den Abstand der erregten und der abgeleiteten Stelle des 51 Stunden alten Nerven verkürzt. Dieses veranlasste mich, dieselbe doppelte Prüfungsart an dem schon unter Nr. V angeführten Nerven vorzunehmen.



VIII. Die schon früher gebrauchte untere Hälfte des linken Hüftnerven, mit neuem Querschnitt, unterdess zwischen den Muskeln des unteren Theiles des linken Oberschenkels aufbewahrt.

a. Entfernung der vollkommen gleichartigen Bäusche von den Platinblechen fünf Millimeter.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
62	51	20	+ 9	+ 7	Richtiger Strom.
63	51	22	— 3	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Negative Schwankung.
64	51	24	+ 3	—	Desgl. zweite Richtung. Positive Schwankung.
65	51	26	— 4	—	Desgl. erste Richtung.
66	51	28	+ 3	—	Desgl. zweite Richtung.
67	51	30	— 4	—	Desgl. erste Richtung. Negative Schwankung.
68	51	32	— 4	—	Desgl. zweite Richtung. Negative Schwankung.
69	51	34	— 3	—	Desgl. erste Richtung. Negative Schwankung.
70	51	36	— 3	—	Desgl. zweite Richtung. Negative Schwankung.
71	51	39	— 7	—	Richtiger Elektrotonus durch ein Element. Negative Phase.
72	51	41	+ 2	—	Desgl. Positive Phase.

b. Entfernung der Bäusche von den Platinblechen zwei Millimeter.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
73	51	43	— 3	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Negative Schwankung.
74	51	45	— 3	—	Desgl. zweite Richtung. Negative Schwankung.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
75	51	47	— 16	—	Richtiger Elektrotonus durch ein Element. Negative Phase.
76	51	49	+ 19	—	Desgl. Positive Phase.

Die Abkürzung der gegenseitigen Entfernung der erregten und der abgeleiteten Strecke verstärkten hier die elektrotonischen Wirkungen, nicht aber die durch die elektrische Tetanisation erzeugten Stromesschwankungen. Die Versuchsreihe bot noch zwei eigenthümliche Erscheinungen dar. Der Nervenstrom hatte sich, wie es scheint, in den letzten sechs Stunden umgekehrt. Es war aus einem entgegengesetzten ein richtiger geworden. Ich habe: wie es scheint, hinzugefügt, weil ein neuer Querschnitt angelegt wurde, dieser Umstand also, wie ich schon bei Gelegenheit der winterschlafenden Murmelthiere erhärtete, die Möglichkeit offen lässt, dass zwei unmittelbar benachbarte Nervenbezirke entgegengesetzte Stromesrichtungen darboten.

Die durch den Magnetelektromotor erzeugten Schwankungen lieferten die bemerkenswerthesten Erscheinungen. Man hatte in Nr. 63 bis 66 den gewöhnlichen Fall, dass die entgegengesetzten Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors entgegengesetzte Schwankungen hervorriefen. Nr. 67 bis 70 und Nr. 73 und 74 zeigten dagegen später, dass beide Schliessungsarten des Magnetelektromotors nur stets negative Schwankungen lieferten, dass sich also der Nerv eines seit 51½ Stunden gestorbenen Thieres von Neuem zu verhalten anfing, wie der eines lebenden Geschöpfes. Der Elektrotonus bot dabei die richtigen Phasen dar.

IX. Bruchstück des noch ziemlich todtenstarren Adductors der rechten Seite.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
77	51	51	— 13	— 8	Umgekehrter Strom.
78	51	53	+ 3	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Negative Schwankung.
79	51	55	— 4	—	Desgl. zweite Richtung. Positive Schwankung.
80	51	58	— 17	—	In Bezug auf den umgekehrten Strom richtiger Elektrotonus durch ein Element. Positive Phase.
81	52	0	+ 5	—	Desgl. Negative Phase.

Die Entfernung der Bäusche von den Platinblechen glich hier sechs Millimeter. Man hatte immer noch eine ziemliche Empfänglichkeit für Tetanisationsschwankungen des Stromes und elektrotonische Wirkungen.

X. Die unter V und VIII angeführte untere Hälfte des linken Hüftnerven, indessen zwischen den Muskeln des untern Theiles des Oberschenkels aufbewahrt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
82	69	0	— 5	— 2	Umgekehrter Strom.
83	69	2	0	—	Magnetelektromotor. Beide Schliessungsrichtungen.
84	69	3	+ 3	—	Umgekehrter Elektrotonus durch ein Element. Negative Phase.
85	69	5	— 3	—	Desgl. Positive Phase.
86	69	7	+ 5	—	Desgl. durch zwei Elemente. Negative Phase.
87	69	9	— 5,5	—	Desgl. Positive Phase.

Der Abstand der Bäusche von den Platinblechen glich hier $3^1/_2$ Millimeter. Die Empfänglichkeit für die durch den Magnetelektromotor zu erzeugenden Schwankungen war in den 17 Stunden Zwischenzeit verloren gegangen, die für einen nicht sehr starken Elektrotonus dagegen noch geblieben. Der Nerv hatte zugleich seinen Strom abermals umgekehrt.

XI. Der oben unter Nr. I und III schon angeführte obere Theil des rechten Hüftnerven, indessen zwischen den Muskeln des oberen Abschnittes des rechten Oberschenkels aufbewahrt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
88	69	11	— 3	— 2	Umgekehrter Strom.
89	69	13	0	—	Magnetelektromotor. Beide Schliessungsrichtungen.
90	69	15	+ 2	—	Umgekehrter Elektrotonus durch ein Element. Negative Phase.
91	69	17	— 3,5	—	Desgl. Positive Phase.

Die Entfernung der erregten von der abgeleiteten Strecke glich hier vier Millimeter. Der Nerv hatte in den 45 Stunden Zwischenzeit seine Stromesrichtung umgekehrt, noch eine merkliche elektrotonische Empfänglichkeit bewahrt, die Fähigkeit der Schwankung des Nervenstromes hingegen eingebüsst.

XII. Bündel des kaum noch todtenstarren rechten Adductors, frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
92	69	21	— 8	— 5	Umgekehrter Strom.
93	69	24	— 2,5	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Positive Schwankung.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
94	69	26	+ 5	—	Desgl. zweite Richtung. Negative Schwankung.
95	69	28	— 6	—	In Verhältniss zu dem umgekehrten Strom richtiger Elektrotonus durch ein Element. Positive Phase.
96	69	31	+ 6	—	Desgl. Negative Phase.

Obgleich die Entfernung der Bäusche und der Platinbleche acht Millimeter betrug, so verriethen sich doch noch Stromesschwankungen und elektrotonische Veränderungen beinahe drei Tage nach dem Tode.

XIII. Stamm des rechten Achselgeflechtes, frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
97	70	38	— 13	— 7	Umgekehrter Strom.
98	70	41	0	—	Magnetelektromotor. Beide Schliessungsrichtungen.
99	70	42	+ 2	—	In Bezug auf den umgekehrten Strom umgekehrter Elektrotonus durch ein Element. Negative Phase.
100	70	44	— 1,5	—	Desgl. Positive Phase.
101	70	45	+ 3	—	Desgl. durch zwei Elemente. Negative Phase.
102	70	47	— 2	—	Desgl. Positive Phase.
103	70	49	+ 4	—	Desgl. durch vier Elemente. Negative Phase.
104	70	51	— 2	—	Desgl. Positive Phase.
105	70	53	+ 8	—	Desgl. durch acht Elemente. Negative Phase.
106	70	55	— 2	—	Desgl. Positive Phase.
107	70	57	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.

Die Entfernung der Bäusche und der Platinblätter betrug hier nur zwei Millimeter. Der Nerv, der sich bisher in der natürlichen Lage im Körper des Thieres befunden hatte, lieferte dessenungeachtet keine Spur von Schwankungen mehr, bevor und nachdem man den Elektrotonus erzeugt hatte.

Zweite Beobachtungsreihe.

Grosses Albinokaninchen, mit Nicotin vergiftet.

Das Nicotin, das zu diesem und einigen anderen hieher gehörenden Versuchen diente, war seit mehreren Jahren in einem luftdicht verschlossenen Fläschchen aufbewahrt worden. Es besass eine gelbliche Farbe, erschien ziemlich dünnflüssig und verbreitete den ihm eigenen unangenehmen Geruch in hohem Grade.

Um 10 Uhr 11 M. Zwei Tropfen Nicotin in die Bauchhöhle durch eine Bauchwunde eingeführt.

10 U. 14 M. Das Thier ist sichtlich zusammen gesunken. Es macht einige Schritte und bleibt dann mit ausgestreckten Extremitäten liegen.

10 U. 15. M. Angefasst schleppt es sich einige Schritte und bleibt dann liegen.

10 U. 17½ M. 15 Athemzüge in 15 Sekunden.

10 U. 18 M. Es macht Gegenbewegungen nach dem Anfassen der Ohren oder dem Kneipen der Haut und geht selbst dann einige Schritte vorwärts. Die Ohrgefässe erscheinen stark mit Blut gefüllt.

10 U. 22. Min. Geht einige Schritte bei dem Anfassen und zwar besser als früher. Es hat sich offenbar einigermaassen erholt.

10 U. 23 M. Läuft eine Strecke weit von selbst.

10 U. 24½ M. Vier Tropfen Nicotin von Neuem in die Bauchhöhle gebracht.

10 U. 25 M. 17 bis 18 Athemzüge in 15 Sekunden.

10 U. 28 M. Geht einige Schritte von selbst.

10 U. 34 M. Zuckt bei der Berührung zusammen, bewegt sich aber nicht vorwärts.

10 U. 35 M. Wiederum zwei Tropfen Nicotin in die Bauchhöhle.

10 U. 41 M. Zustand wie früher.

10 U. 42 M. Abermals drei Tropfen in die Bauchhöhle.

10 U. 52 M. Wehrt sich heftig bei dem Anfassen.

10 U. 52 1/2 M. Wiederum fünf Tropfen Nicotin in die Bauchhöhle.

10 U. 53 M. Schwache Zuckungen.

10 U. 54 M. Liegt ausgestreckt da. Das Anfassen der Haut führt zu kurz dauernden Zuckungen.

10 U. 56 M. 20 Athemzüge in 15 Sekunden.

10 U. 57 M. Bei dem Anfassen schwache Zuckungen.

10 U. 58 M. Von Zeit zu Zeit von selbst auftretende Zuckungen.

11 U. 21 flache Athemzüge in 15 Sekunden.

11 U. 1/2 M. Nicht sehr starker Krampfanfall.

11 U. 1 1/2 M. 22 schwache Athmungen in 15 Sekunden, mehr mit dem Zwerchfell als mit den Bauchmuskeln vollführt.

11 U. 5 M. Bei dem Anfassen der Hinterbeine krampfhafte Zuckungen.

11 U. 6 M. 20 lebhaftere Athemzüge in 15 Sekunden.

11 U. 10 1/2 M. Die Bauchmuskeln beginnen wiederum bei der Athmung sichtlich mitzuwirken.

11 U. 13 1/2 M. 20 kräftige Athemzüge in 15 Sekunden. Die Bauchmuskeln und die Umgebungen der Nasenlöcher arbeiten dabei in nachdrücklicher Weise.

11 U. 15 M. Von Neuem drei Tropfen Nicotin in die Bauchhöhle.

11 U. 17 1/2 M. 17 etwas tiefere Athemzüge in 15 Sekunden.

11 U. 19 1/2 M. Das Thier verräth den Schmerz, die das Einstechen einer Explorationsnadel in die Herzgegend verursacht, durch Gegenbewegungen.

11 U. 20 M. 17 schwache Herzschläge in 15 Sekunden. Von Zeit zu Zeit Anfälle von Zuckungen.

11 U. 20 1/2 M. Starke Wechselkrämpfe, die nach kurzer Zeit aufhören.

11 U. 21 M. Desgleichen.

11 U. 22½ M. Schwächerer Krampfanfall.

11 U. 23 M. Stärkerer.

11 U. 24 M. Tod.

11 U. 30 M. Die Muskeln der beiden Ober- und Unterschenkel beantworteten nicht mehr den Schluss oder die Oeffnung einer auf- oder absteigend wirkenden Kette von drei grossen mit verdünnter Schwefelsäure geladenen Zink-Kohlenelementen.

11 U. 31 M. Die Vorderbeine werden von selbst zwei Mal für einen Augenblick gestreckt.

I. Bruchstück des nicht mehr reizbaren Schneidermuskels.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
108	0	20	+ 37	+ 19	Richtiger Strom.
109	0	24½	— 2	—	Magnetelektromotor erste Schliessungsrichtung. Negative Schwankung. Keine Zusammenziehung mit freiem Auge sichtbar.
110	0	25	0	—	Magnetelektromotor zweite Schliessungsrichtung.
111	0	26	0	—	Desgl. erste Schliessungsrichtung.
112	0	27½	+ 5	—	Umgekehrter Elektrotonus durch zwei Elemente. Positive Phase.
113	0	29	— 14	—	Desgl. Negative Phase.

Man hat hier den schon mehrfach beobachteten Fall, dass ein Muskel, der keine Zusammenziehung mehr dem freien Auge zeigt, sich aber vielleicht noch in einzelnen im Innern gelegenen kleinen Bündeln verkürzt, eine schwache negative Stromesschwankung liefert.

II. Untere Hälfte des vollkommen reizbaren linken Hüftnerven.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
114	0	41	+ 24	+ 12	Richtiger Strom.
115	0	43	+ 4	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Positive Schwankung.
116	0	45	+ 8	—	Desgl. zweite Richtung. Positive Schwankung.
117	0	48	— 3	—	Richtiger Elektrotonus. Negative Phase.
118	0	50	+ 4	—	Desgl. Positive Phase.
119	0	52	+ 1	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Positive Schwankung.
120	0	54	0	—	Desgl. zweite Richtung.
121	0	55	— 9	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
122	0	57	+ 18	—	Desgl. Positive Phase.

Wir bemerken hier im Anfange eine positive Stromesschwankung bei beiden Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors, die später im Laufe der Beobachtungszeit schwindet.

III. Das unter Nr. II angeführte Nervenstück, zwischen den Oberschenkelmuskeln in der Zwischenzeit aufbewahrt.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
123	3	19	+ 35	+ 15	Richtiger Strom.
124	3	23	— 15	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
125	3	26	+ 8	—	Desgl. zweite Richtung.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
126	3	31	— 5	—	Desgl. erste Richtung.
127	3	34	+ 4	—	Desgl. zweite Richtung.
128	3	36	+ 5	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Positive Phase.
129	3	38	— 8	—	Desgl. Negative Phase.

Die mehr als dreistündige Zwischenzeit hatte hingereicht, die Eigenschaft zu entwickeln, dass der Nerv positive und negative Stromesschwankungen je nach Verschiedenheit der Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors lieferte. Die Empfänglichkeit für den Elektrotonus schien dabei eher ab-, als zugenommen zu haben.

IV. Der obere Theil des linken Hüftnerven zwischen den stark todtenstarren Oberschenkelmuskeln frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
130	3	41	+ 15	+ 10	Richtiger Strom.
131	3	43	— 18	—	Magnetelektromotor erste Schliessungsrichtung.
132	3	45	+ 9	—	Desgl. zweite Richtung.
133	3	47	— 9	—	Desgl. erste Richtung.
134	3	49	+ 12	—	Desgl. zweite Richtung.
135	3	51	— 21	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
136	3	54	+ 61	—	Desgl. Positive Phase.

Der Nerv lieferte hier verhältnissmässig grosse Schwankungen

in Folge des Magnetelektromotors, ohne dass sich eine sehr beträchtliche Empfänglichkeit für elektrische Wirkungen verrieth.

V. Oberer Lendentheil des Rückenmarkes, frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
137	4	0	+ 13	+ 10	Richtiger Strom.
138	4	2	— 6	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Negative Schwankung.
139	4	5	— 4	—	Desgl. zweite Richtung. Negative Schwankung.
140	4	7	— 3	—	Desgl. érste Richtung.
141	4	9	— 2	—	Desgl. zweite Richtung.
142	4	11	+ 18	—	Richtiger Elektrotonus durch vierElemente. PositivePhase.
143	4	13	— 63	—	Desgl. Negative Phase.

Das Rückenmark ergab hiernach anhaltend eine negative Stromesschwankung bei beiden Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors vier Stunden nach dem Tode. Die Empfänglichkeit für die negative Phase des Elektrotonus fiel auffallend stärker, als die für die positive aus.

VI. Der Halsstamm des linken herumschweifenden Nerven, frisch herausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
144	4	17	+ 2	+ 1	Richtiger Strom.
145	4	19	0	—	Magnetelektromotor bei beiden Schliessungsrichtungen.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
146	4	21	+ 9	—	Umgekehrter Elektrotonus durch vier Elemente. Positive Phase.
147	4	23	— 9	—	Desgl. Negative Phase.
148	4	26	0	—	Magnetelektromotor. Beide Schliessungsrichtungen.

Der dünne Strang des herumschweifenden Nerven bot nichts weiter Bemerkenswerthes dar, als dass er einen schwachen umgekehrten Elektrotonus lieferte, obgleich noch der ruhende Nervenstrom die regelrechte Richtung darbot.

VII. Bruchstück des linken Adductors, frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
149	4	29	+ 40	—	Richtiger Strom.
150	4	32	— 51	—	Magnetelektromot. erste Richtung.
151	4	34	+ 13	—	Desgl. zweite Richtung.
152	4	36	— 143	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
153	4	39	+ 223	—	Desgl. Positive Phase.

Der Muskel giebt, wie man sieht, sowohl doppelte Schwankungen als elektrotonische Wirkungen von beträchtlicher Stärke.

VIII. Derselbe Muskel zwischen den Bäuschen und den Platinblechen durchschnitten. Die Schnittflächen wiederum an einander gelegt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
154	4	42	+ 36	—	Richtiger Strom
155.6	4	44	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
157	4	46	— 2	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
158	4	48	+ 4	—	Desgl. Positive Phase.

Die Trennung und künstliche Wiedervereinigung der Muskelmasse zwischen den Bäuschen und den Platinblechen hatte die Stromesschwankungen aufgehoben und die elektrotonischen Erfolge beträchtlich herabgesetzt.

IX. Oberer Theil des linken Sternomastoideus, frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
159	4	50	+ 33	—	Richtiger Strom.
160	4	52	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
161	4	55	0	—	Vier Elemente zur Erzeugung des Elektrotonus.
162	4	57	— 3	—	Desgl. Umgekehrter Elektrotonus. Negative Phase.
163	4	59	+ 3	—	Durch acht Elemente erzeugter umgekehrter Elektrotonus. Positive Phase.
164	5	2	— 10	—	Desgl. Negative Phase.

Der Mufskel zeichnete sich durch eine sehr geringe Empfänglichkeit für elektrotonische Wirkungen aus.

X. Frisch ausgeschnittener oberer Theil des rechten Hüftnerven.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
165	22	49	+ 16	+ 8	Richtiger Strom.
166	22	51	— 11	—	Magnetelektromotor. Erste Schliessungsrichtung.
167	22	54	+ 13	—	Desgl. zweite Richtung.
168	22	56	— 16	—	Richtiger Elektrotonus durch zwei Elemente. Negative Phase.
169	22	58	+ 43	—	Desgl. Positive Phase.
170	23	1	— 15	—	Magnetelektromotor. Erste Richtung.
171	23	4	+ 31	—	Desgl. zweite Richtung.

Man sieht, dass hier für den Elektrotonus und nach seiner Erregung für die Stromesschwankung die Eigenthümlichheit sich geltend machte, dass die in positiver Richtung vor sich gehende Ablenkung grösser als die der negativen Seite ausfiel — eine Erscheinung, die sich vor der Herstellung des Elektrotonus durch zwei Elemente nicht gezeigt hatte.

Ich legte hierauf die Gesammtlänge der Nerven auf die Bäusche und brachte einen mit der sehr verdünnten Kochsalzlösung durchtränkten Filtrirpapierbausch auf den Platinblechen der stromzuführenden Vorrichtung so an, dass sein anderer Abschnitt die Längsfläche des Nerven berührte. Er war beträchtlich breiter und dicker, als der Nerv. Das Spiel des Magnetelektromotors bei beiden Schliessungsrichtungen brachte nicht eine Spur von Ablenkung hervor, die Entfernung zwischen den Platinplatten und Zuleitungsbäuschen, auf denen sich der Nerv befand, mochte 8 Millimeter oder bedeutend weniger betragen.

Der Nerv wurde dann an einer mittleren Stelle seines Verlaufes in zwei Theile durchschnitten. Das eine Stück kam, wie gewöhnlich, auf die Zuleitungsbäusche mit natürlicher Längsfläche und künstlichem Querschnitt, und das andere auf die Platinbleche. Beide berührten aber einander. Die Prüfung am Galvanometer ergab dann:

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
172	23	18	+ 29	+ 17	Richtiger Strom.
173	23	21	0	—	Magnetelektromotor. Beide Schliessungsrichtungen.
174	23	23	— 4	—	Richtiger Elektrotonus durch zwei Elemente. Negative Phase.
175	23	25	+ 3	—	Desgl. Positive Phase.

Es ergiebt sich hieraus, dass sich die Elektrotonuserregung (wie ich schon in der zweiten Abhandlung über die Pfeilgifte ebenfalls bemerkte), nicht aber die Stromesschwankung durch die Theilungsstelle fortpflanzte.

Ich entfernte jetzt das geprüfte Nervenstück von den Zuleitungsbäuschen und legte dasjenige, welches sich zuletzt auf den Platinblechen befunden hatte, wie gewöhnlich auf. Diese Prüfung ergab dann:

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
176	23	27	+ 28	+ 20	Richtiger Strom.
177	23	29	— 127	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
178	23	34	+ 91	—	Desgl. zweite Richtung.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
179	23	38	— 10	—	Richtiger Elektrotonus durch zwei Elemente. Negative Phase.
180	23	41	+ 11	—	Desgl. Positive Phase.
181	23	43	— 52	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
182	23	46	+ 65	—	Desgl. zweite Richtung.

Wir haben hier den lehrreichen Fall, dessen Zeitpunkt man gerade nur selten trifft, den ich aber auch schon in der Antiarinabhandlung angegeben habe, dass die Stromesschwankungen ausserordentlich gross, die elektrotonischen Ausschläge hingegen klein ausfallen.

XI. Unterer Theil des rechten Hüftnerven, frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
183	27	9	+ 11	+ 8	Richtiger Strom.
184	27	11	— 4	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
185	27	13	+ 4	—	Desgl. zweite Richtung. In beiden Fällen Entfernung der Bäusche und der Platinbleche $8^1/_2$ mm.
186	27	16	— 28	—	Magnetelektromot ersteRichtung. Entfernung der Bäusche und der Platinplatten drei Millimeter.
187	27	19	+ 40	—	Desgl. zweite Richtung.
188	27	23	— 24	—	Dieselbe Entfernung. Richtiger Elektrotonus. Negative Phase.
189	27	26	+ 52	—	Desgl. Positive Phase.

Diese Versuche bestätigen von Neuem, dass die Ausschläge des Elektrotonus und der Stromesschwankungen beträchtlich vergrössert werden können, wenn man die Entfernung zwischen der erregten und der abgeleiteten Strecke abkürzt.

Ich nahm jetzt den Nerven von der Vorrichtung hinweg, umschnürte ihn mit einem dünnen Faden so fest als möglich und brachte später diese Stelle bei dem Auflegen zwischen den Zuleitungsbäuschen und den Platinblechen, deren gegenseitige Entfernung drei Millimeter betrug, an, nachdem ich einen neuen Querschnitt hergestellt hatte. Es fand sich dann:

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
190	27	32	— 3	— 2	Umgekehrter Strom. Bewährt sich als solcher bei dreimaliger Prüfung.
191	27	34	0	—	Magnetelektromotor bei beiden Richtungen.
192	27	35	— 5	—	Positive Phase des durch zwei Elemente erzeugten Elektrotonus.
193	27	37	+ 6	—	Negative Phase.
194	27	41	0	—	Den Unterbindungsfaden, der bisher trocken war, mit verdünnter Kochsalzlösung reichlich befeuchtet. Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
195	27	42	— 3	—	Positive Phase des durch zwei Elemente erzeugten Elektrotonus.
196	27	44	+ 3	—	Desgl. Negative Phase.

Man sieht, dass die Unterbindung des Nerven zwischen der erregten und der abgeleiteten Strecke das Auftreten der Stromesschwankung hinderte. No. 190 bestätigt den Satz, den ich schon bei Gelegenheit der Murmelthieruntersuchungen hervorgehoben, dass

ein Querschnitt eines in Fäulnisszersetzung begriffenen Nerven einen richtigen und ein anderer des benachbarten Nervenabschnittes einen umgekehrten Strom darbieten kann.

XII. Bündel des rechten Adductors, frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
197	28	0	— 22	—	Umgekehrter Strom.
198	28	2	+ 2	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
199	28	3	— 1	—	Desgl. zweite Richtung.
200	28	5	— 28	—	Umgekehrter Elektrotonus durch zwei Elemente. Positive Phase.
201	28	7	+ 27	—	Desgl. Negative Phase.

Wir finden hier eine ziemlich elektrotonische Empfänglichkeit und nur sehr schwache Stromesschwankungen.

XIII. Dünner Stamm des rechten Armgeflechtes frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
202	46	0	+ 5	+ 1	Richtiger Strom.
203	46	2	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
204	46	3	— 3	—	Umgekehrter Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
205	47	5	+ 3	—	Desgl. Positive Phase.

XIV. Dickerer Stamm desselben Achselgeflechtes.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
206	47	8	— 26	—	Umgekehrter Strom.
207	47	10	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
208	47	11	— 6	—	Richtiger Elektrotonus für den umgekehrten Strom. Positive Phase. Zwei Elemente.
209	47	13	+ 6	—	Negative Phase.

Die Fähigkeit, Stromesschwankungen hervorzurufen, war in XIII und XIV nicht mehr vorhanden. Man fand dagegen noch eine verhältnissmässig schwache elektrotonische Empfänglichkeit.

XV. Bündel des rechten Adductors frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
210	47	16	— 29	— 16	Umgekehrter Strom.
211	47	19	— 4	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
212	47	21	0	—	Desgl. zweite Richtung.
213	47	23	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
214	47	25	— 24	—	Richtiger Elektrotonus für den umgekehrten Strom. Zwei Elemente. Positive Phase.
215	47	20	+ 20	—	Negative Phase.

Während sich noch eine schwache sich bald verlierende Stromesschwankung verrieth, zeigte sich noch eine ziemliche Empfänglichkeit für elektrotonische Wirkungen.

XVI. Dicker Stamm des linken Achselgeflechtes frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
216	47	23	+ 10	+ 8	Richtiger Strom.
217	47	25	— 3	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
218	47	27	— 3	—	Desgl. zweite Richtung. Also dieselbe Ausschlagsart, wie bei der ersten. In beiden Fällen negative Schwankung.
219	47	30	Nicht deutlich.	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
220	47	31	+ 9	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Positive Phase.
221	47	33	— 11	—	Desgl. Negative Phase.
222	47	35	— 2	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
223	47	37	+ 3	—	Desgl. zweite Richtung.

Während die elektrotonische Empfänglichkeit sehr gering war, lieferte der Nerv eine negative Stromesschwankung, wie der lebende Nerv bei beiden Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors vor und doppelte Schwankungen nach der Erzeugung des Elektrotonus. Die Entfernung der Bäusche von den Platinblechen betrug in allen Fällen drei Millimeter.

XVII. Grosses Bündel des linken Adductors frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
224	47	40	+ 12	+ 5	Richtiger Strom.
225	47	43	+ 3	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
226	47	45	— 2,5	—	Desgl. zweite Richtung
227	47	47	Nicht deutlich.	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
228	47	48	— 7	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
229	47	50	— 8	—	Desgl. Ausschlag wie früher, trotz des Durchganges des Stromes in entgegengesetzter Richtung.

Der Muskel, der wiederum einen richtigen Strom lieferte, zeigte die Eigenthümlichkeit, dass man immer negative Phasen des Elektrotonus erhielt, man mochte die erregende Kette in welcher Richtung man wollte schliessen.

XVIII. Linker Armnerv frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
230	47	57	+ 4	+ 2	Richtiger Strom.
231	47	59	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
232	48	1	Nicht deutlich.	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
233	48	3	+ 2	—	Umgekehrter Elektrotonus durch vier Elemente. Positive Phase.
234	48	5	— 1,5	—	Desgl. Negative Phase.

XIX. Der unter Nr. II und III angeführte Theil des Hüftnerven, die indessen verflossenen 45 Stunden zwischen den Oberschenkelmuskeln aufbewahrt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
235	48	7	— 4	— 2	Umgekehrter Strom.
236	48	9	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
237	48	11	— 2	—	Richtiger Elektrotonus für den umgekehrten Strom. Positive Phase. Zwei Elemente.
238	48	13	+ 1	—	Desgl. Negative Phase.
239	48	16	+ 3	—	Elektrotonus durch acht Elemente.
240	48	18	+ 3	—	Bei umgekehrtem Schlusse dieselbe Ausschlagsrichtung.
241	48	20	+ 2	—	Erste Schlussrichtung.
242	48	22	+ 4	—	Zweite Schlussrichtung.

Zwei Elemente lieferten in diesem Falle, wie gewöhnlich, entgegengesetzte Ausschlagsrichtungen für den Elektrotonus bei entgegengesetzter Schlussweise. Dasselbe war auch für vier, nicht aber für acht Elemente der Fall, die immer nur negative Phasen bei jeder der beiden verschiedenen Schlussarten gaben.

XX. Stück des linken Adductor frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
243	48	30	— 12	— 8	Umgekehrter Strom.
244	48	33	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
245	48	34	— 4	—	Richtiger Elektrotonus im Verhältniss zum umgekehrten Strome durch acht Elemente. Positive Phase.
246	48	36	+ 16	—	Desgl. Negative Phase.

Der Muskel war also in der Zersetzung so weit vorgeschritten, dass die Stromesschwankungen gänzlich mangelten und erst acht Elemente einen verhältnissmässig schwachen Elektrotonus erzeugten.

Dritte Beobachtungsreihe.

Grosses graues Kaninchen mit Coniin vergiftet.

Um 9 Uhr 54 Minuten sechs Tropfen Coniin in das Unterhautzellgewebe des Rückens gebracht.

9 U. 55 M. Das Thier sehr ruhig und sichtlich abgeschlagen. Es geht nicht vorwärts, wenn es angestossen wird.

9 U. 57 M. Hat man ein Ohr angefasst und lässt es los, so bewegt es hierauf beide Ohren.

9 U. 58 M. 25 Athemzüge in 15 Sekunden mit starkem Auf- und Niedergange der Bauchdecken. Das Thier bewegt seinen Rumpf und Kopf gleichzeitig vor- und rückwärts in Folge des Athmens.

9 U. 59 M. Angestossen bleibt es an seinem Orte stehen.

10 U. 1 M. 29 bis 30 Herzschläge in 15 Sekunden.

10 U. 4 M. Die grösseren Ohrgefässe ziehen sich noch abwechselnd zusammen und dehnen sich wiederum aus.

10 U. 6 M. Das Kneipen der Rückenhaut erzeugt keine Gegenbewegung.

10 U. 7 M. Das Thier macht wiederum von selbst einige Schritte.

10 U. 9 M. 25 kurze Athemzüge in 15 Sekunden mit starker Betheiligung der Bauchdecken.

10 U. 10 M. 29 bis 30 Herzschläge in 15 Sekunden.

10 U. $11^1/_2$ M. Wiederum sieben Tropfen Coniin unter die Rückenhaut.

10 U. 14 M. 27 kurze Athemzüge in 15 Sekunden.

10 U. 17 M. 27 Herzschläge in derselben Zeitgrösse.

10 U. 20 M. Das Thier geht nach dem Anfassen einige Schritte vorwärts.

10 U. 21 M. Wiederum zehn Tropfen Coniin unter die Rückenhaut.

10 U. 23 M. 27 Athemzüge in 15 Sekunden mit starker Betheiligung der Bauchdecken und der Umgebung der Nasenlöcher.

10 U. 25 M. 30 Herzschläge in 15 Sekunden.

10 U. 27 M. Noch 10 Tropfen Coniin unter die Haut.

10 U. 30 M. Die Ohren kalt. Die grösseren Gefässe derselben nicht so sehr mit Blut gefüllt, dass man sie unmittelbar sähe.

10 U. 30½ M. 27 Athemzüge in 15 Sekunden.

10 U. 32 M. Das Thier geht zitternd einige Schritte vorwärts.

10 U 33½ M. 30 Herzschläge in 15 Sekunden.

10 U. 35 M. Schrickt bei dem Anfassen der Haut leicht zusammen und bekommt dann schwache und kurz dauernde Krämpfe.

10 U. 36 M. Die Ohrgefässe und unter diesen auch die Ohrschlagader mit sehr dunkelem Blute stark angefüllt.

10 U. 39 M. 5 unregelmässige Athemzüge in 15 Sekunden.

10 U. 39½ M. Ein leichter von selbst entstehender Krampfanfall. Der Kopf wird nach der Seite und nach unten gezogen und dann wiederum gehoben.

10 U. 40 M. Allgemeiner Krampfanfall.

10 U. 40½ M. Ein zweiter der Art.

10 U. 41 M. Ein dritter. Das Thier sperrt den Mund in Athemnoth weit auf.

10 U. 41½ bis 41¾ M. Drei Krampfanfälle.

10 U. 42 M. Wiederum Krampfanfälle mit Zwischenräumen der Ruhe.

10 U. 43 M. Jeder Druck auf die Zehen erzeugt einen Krampfstoss.

10 U. 44 M. Tod nach einem leichten Krampfanfalle.

Ich prüfte noch das Absterben der Reizbarkeit nach dem Tode, indem ich ein paar Elektrodennadeln einer Batterie von drei grossen mit verdünnter Schwefelsäure geladenen Zink-Kohlenelementen in die Gegend der linken Hüftnerven einführte. Ein Stromwender war in dem Kreise eingeschaltet. *p* bezeichnet den ab- und *c* den aufsteigenden Strom. Die übrige symbolische Be-

zeichnung ist die, deren ich mich schon häufig bedient habe.[1]) *A* würde hiernach die stärkste und *H* die schwächste Zusammenziehung bedeuten. Es ergab sich:

Zeit nach dem Tode in Minuten	Stromesrichtung	Ergebniss der Reizung
2½	p.	B. o. Oertlich am Oberschenkel C. o.
3	c.	B. o. D. o.
4½	p.	B. o. C. o.
5	c.	B. o. Am Oberschenkel C. o.
6	p.	B. o. Am Oberschenkel C. o.
6½	c.	Ganz ebenso.
9	p.	D. o. Am Oberschenkel E. o.
9½	c.	B. o. Am Oberschenkel C. o.
13	p.	E. o. Am Oberschenkel F. o.
13½	c.	B. o. Am Oberschenkel C. o.
16½	p.	F. Nur am Oberschenkel. o. o. o.
17	c.	D. o. o. o.
19	p.	Nur örtlich am Oberschenkel G. o. o. o.
19½	c.	E. o. o. o.
23	p.	Oertlich am Oberschenkel G. o. o. o.
23½	c.	Desgl. F. o. o. o.
26	p.	Nur in der unmittelbaren Umgebung des negativen Poles G. o. o. o.
26½	c.	In der Zwischenstrecke zwischen beiden Polen G. o. o. o.
28	p.	Nur am negativen Pole G. o. o. o.
28½	c.	Zwischen beiden Polen G. o. o. o.
30	p.	Nur am negativen Pole H. o. o. o.
30½	c.	Nur in der unmittelbaren Umgebung des positiven Poles G. o. o. o.
31	c.	Ganz ebenso.
33 und 33½	p = c.	o. o. o. o.

1) Zuerst in dem Lehrbuche der Physiologie. Zweite Auflage. Bd. II. Abth. II. S. 633 und in dem Aufsatze: Ueber die Möglichkeit, die Stimmungsrichtung eines galvanischen Froschpräparates willkührlich umzukehren. Archiv der Heilkunde. Bd. XII. S. 67.

Ich habe diese Versuchsreihe angeführt, weil sie ein lehrreiches Beispiel für die Wirkungsart der letzten Reizbarkeitsstufen bildet. Zogen sich die Wirkungen auf die blosse Umgebung der Einstichsnadeln im Laufe der Zeit zurück, so heisst dieses, dass die unmittelbare Muskelerregung länger als die Ansprache der Hüftnerven ihren Einfluss bewahrte. Man hat später den Fall, dass der absteigende Strom nur an der Seite des negativen Poles wirkte, der aufsteigende hingegen die gesammte Muskelmasse zwischen den beiden Einstichsnadeln zur Verkürzung zwang. Man konnte dieses als einen Beweis der höheren Erregbarkeit des negativen Poles ansehen. Das fernere Sinken der Reizbarkeit unterstützte jedoch diese Ansicht nicht. Es zeigte sich nämlich dann, dass der absteigende Strom nur die Nachbarschaft des negativen und der aufsteigende nur die des positiven Poles und zwar zugleich verhältnissmässig stärker erregte.

Die Prüfung der elektromotorischen Eigenschaften ergab:

I. Bündel des grossen Gesässmuskels.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
247	0	36	+ 241	+ 146	Richtiger Strom.
248	0	41	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
249	0	$42\frac{1}{2}$	0	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
250	0	43	— 2	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
251	0	44	+ 10	—	Desgl. Positive Phase.
252	0	46	— 7	—	Richtiger Elektrotonus durch acht Elemente. Negative Phase.
253	0	47	+ 295	—	Desgl. Positive Phase.

Das Auffallendste in dieser Versuchsreihe bildet das starke Vorherrschen der positiven Phase des Elektrotonus vor der negativen.

II. Oberster Theil des linken reizbaren Hüftnerven.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
254	0	50	+ 9	+ 5	Richtiger Strom.
255	0	51	— 2	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Negative Schwankung.
256	0	52	— 2	—	Desgl. zweite Richtung. Positive Schwankung.
257	0	53	0	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
258	0	54	— 18	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
259	0	56	+ 6	—	Desgl. Positive Phase.
260	0	58	— 2	—	Magnetelektromot. ersteRichtung. Negative Schwankung.
262	1	0	0	—	Desgl. zweite Richtung.
263	1	1	— 2	—	Desgl. erste Richtung. Negative Schwankung.
264	1	2	0	—	Desgl. zweite Richtung.

Wir haben hier am Anfange den auch in gewaltsam getödteten Kaninchen vorkommenden Fall, dass der Nerv eine negative Schwankung immer noch darbietet, wenn auch die stärkste elektrische Tetanisation desselben die noch reizbaren Muskeln nicht zur Verkürzung zwingt. Das Eigenthümliche, welches aber diese Versuchsreihe zeigt, besteht darin, dass zuletzt die negative Schwankung nur in Folge der ersten, nicht aber nach der zweiten Schliessungsart des Magnetelektromotors auftrat.

III. Der unter II angeführte obere Theil des Hüftnerven, indessen unter der Haut des linken Oberschenkels aufbewahrt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
265	3	28	— 14	—	Umgekehrter Strom.
266	3	30	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
267	3	31	0	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
268	3	32	Nicht deutlich.	—	Desgl. durch vier Elemente.
269	3	33	+ 2	—	Desgl. durch acht Elemente. Umgekehrter Elektrotonus für den umgekehrten Strom. Negative Phase.
270	3	34	— 3	—	Desgl. Positive Phase.

Der Nerv zeigte eine grosse Unempfindlichkeit für Stromesschwankungen und Elektrotonus.

IV. Das unter I erwähnte Bündel des grossen Gesässmuskels, indessen an seinem früheren Orte aufbewahrt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
271	3	37	+ 89	+ 62	Richtiger Strom.
272	3	30	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
273	3	31	0	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
274	3	32	— 6	—	Desgl. durch vier Elemente. Richtiger Elektrotonus. Negative Phase.
275	3	34	+ 75	—	Desgl. Positive Phase.

Wir begegnen hier einer weit stärkeren Empfänglichkeit für die positive, als für die negative Phase des Elektrotonus, während jede Stromesschwankung ausblieb.

V. Das untere Ende des linken Hüftnerven frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
276	3	45	— 1	— 0,5	Spur eines umgekehrten Stromes.
277	3	46	— 2	—	Magnetelektromot. erste Richtung.
278	3	48	— 2	—	Desgl. zweite Richtung. Also in beiden Fällen positive Schwankung.
279	3	49	0	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
280	3	50	— 4	—	Richtiger Elektrotonus durch vier Elemente. Positive Phase.
281	3	51	+ 2	—	Desgl. Negative Phase.
282	3	52	— 28	—	Richtiger Elektrotonus durch acht Elemente. Positive Phase.
283	3	55	+ 31	—	Desgl. Negative Phase.

Die positive Schwankung bei beiden Tetanisationsrichtungen bildete wahrscheinlich eine Folge des Absterbens der Nerven. Eine schwächere Kette gab einen stärkeren Ausschlag für die positive und eine kräftigere einen solchen für die negative Phase des Elektrotonus.

VI. Grosses Bündel des todtenstarren Adductor.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
284	4	1	— 10	—	Umgekehrter Strom.
285	4	3	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
286	4	4	0	—	Elektrotonus durch zwei oder vier Elemente.
287	4	2	— 21	—	Richtiger Elektrotonus für den umgekehrten Strom durch acht Elemente. Positive Phase.
288	4	4	+ 77	—	Desgl. Negative Phase.

Wir stossen schon hier auf eine auffallende Unempfänglichkeit für Stromesschwankungen und elektrotonische Zustände.

VII. Ein Stück des Rückentheiles des Rückenmarkes frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
289	4	17	+ 4	+ 2	Richtiger Strom.
290	4	19	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
291	4	21	— 14	—	Richtiger Elektrotonus durch acht Elemente. Negative Phase.
292	4	24	+ 52	—	Desgl. Positive Phase.

Wir haben hier wiederum eine ähnliche Unempfänglichkeit wie VI. Die positive Phase des Elektrotonus fiel zugleich auffallend stärker, als die negative aus.

VIII. Obere Hälfte des frisch ausgeschnittenen rechten Hüftnerven.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
293	22	46	— 4	— 1	Umgekehrter Strom.
294	22	48	Nicht deutlich	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
295	22	49	Nicht deutlich	—	Elektrotonus durch zwei oder vier Elemente.
296	22	51	— 68	—	Richtiger Elektrotonus für den umgekehrten Strom. Positive Phase.
297	22	54	+ 108	—	Desgl. Negative Phase.
298	22	59	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.

Man hat hier dasselbe Hauptergebniss wie in VI und VII.

IX. Das unter V angeführte untere Stück des linken Hüftnerven.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
299	23	5	kaum — 1	—	Spur eines richtigen Stromes.
300	23	6	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
301	23	7	— 5	—	Elektrotonus durch vier Elemente. Positive Phase.
302	23	9	+ 6	—	Desgl. Negative Phase.

Also dieselbe Unempfänglichkeit wie in VI, VII und VIII. Die Entfernung der Bäusche von den Platinblechen betrug nur zwei Milimeter.

X. Frisch herausgeschnittenes Bündel des linken Adductor.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
303	23	13	— 4,5	— 1	Umgekehrter Strom.
304	23	15	— 1,5	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
305	23	16	+ 2	—	Desgl. zweite Richtung.
306	23	18	+ 9	—	Umgekehrter Elektrotonus durch vier Elemente. Negative Phase.
307	23	20	— 13	—	Desgl. Positive Phase.
308	23	22	— 2	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
309	23	24	0	—	Desgl. zweite Richtung.
310	23	25	— 3	—	Desgl. erste Richtung.
311	23	27	0	—	Desgl. zweite Richtung.
312	23	28	— 2	—	Desgl. erste Richtung.

Wir sehen hier den Fall, dass der todte Muskel wenigstens eine Spur abwechselnder Stromesschwankungen ergab, die aber bald für die eine Schliessungsrichtung gänzlich erlosch.

XI. Der untere Theil des rechten Hüftnerven frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
313	28	13	+ 16	+ 8	Richtiger Strom.
314	28	18	0	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
315	28	19	— 3	—	Desgl. zweite Richtung.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
316	28	20	Zweifelhaft. Jedenfalls keinen Grad.	—	Desgl. erste Richtung.
317	28	21	— 3	—	Desgl. zweite Richtung.
318	28	23	0	—	Desgl. erste Richtung.
319	29	24	— 4	—	Desgl. zweite Richtung.
320	29	26	— 27	—	Richtiger Elektrotonus durch acht Elemente. Negative Phase.
321	29	29	+ 65	—	Desgl. Positive Phase.

Der Nerv zeigte also eine sehr schwache Stromesschwankung für die eine, nicht aber für die andere Schliessungsrichtung des Magnetelektromotors und eine nicht sehr bedeutende Empfänglichkeit für Elektrotonus, dessen positive Phase wiederum beträchtlich stärker als die negative ausfiel.

XII. Stamm des rechten Achselgeflechtes frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
322	48	2	— 15	— 10	Umgekehrter Strom.
323	48	4	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
324	48	5	Nicht deutlich	—	Elektrotonus durch zwei Elemente.
325	48	9	+ 14	—	Richtiger Elektrotonus für den umgekehrten Strom durch vier Elemente. Negative Phase.
326	48	11	— 91	—	Desgl. Positive Phase.

Wir finden hier wiederum Mangel der Stromesschwankungen und Vorherrschen der positiven Phase des nicht unbedeutenden Elektrotonus über die negative.

XIII. Grosses Bündel des rechten Adductor, frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
327	48	26	— 3	— 2	Umgekehrter Strom.
328	48	30	+ 6	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
329	48	32	+ 6	—	Desgl. zweite Richtung.
330	48	34	+ 4	—	Desgl. erste Richtung.
331	48	36	+ 4	—	Desgl. zweite Richtung.
332	48	38	+ 16	—	Umgekehrter Elektrotonus für den umgekehrten Strom durch vier Elemente. Negative Phase.
333	48	40	— 13	—	Desgl. Positive Phase.

Man sieht in dieser Versuchsreihe, dass der Muskel, mehr als zwei Tage nach dem Absterben, nachdem er die Todtenstarre durchgemacht hatte, einen umgekehrten Strom zeigte und eine in Bezug auf diesen negative Schwankung bei jeder der beiden Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors darbot.

Vierte Beobachtungsreihe.

Durch Blausäure getödtetes Meerschweinchen.

Das trächtige Thier bekam den ersten allgemeinen Krampfanfall 50 Sekunden nachdem ihm einige Tropfen zweiprocentiger frisch bereiteter Blausäure in die Mundhöhle mittelst eines Pinsels eingeführt worden. Der letzte Athemzug erfolgte 5 Minuten später.

I. Linker Hüftnerv, frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
334	18	7	+ 2	+ $1^1/_2$	Umgekehrter Strom.
335	18	8	0	—	Magnetelektromotor. Beide Richtungen.
336	18	9	+ 12	—	Richtiger Elektrotonus in Bezug auf den umgekehrten Strom durch acht Elemente. Positive Phase
337	18	11	— 11	—	Desgl. Negative Phase.

Die Entfernung der Bäusche von den Platinblechen betrug hier 6 Mm. Sie wurde jetzt auf $3^1/_2$ Mm. herabgesetzt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
338	18	14	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
339	18	15	+ 2	—	Richtiger Elektrotonus in Bezug auf den umgekehrten Strom durch ein Element Positive Phase.
340	18	17	— $2^1/_2$	—	Desgl. Negative Phase.

Die Beweglichkeit der Theilchen hatte nach 18 Stunden noch nicht so zugenommen, dass eine Stromesschwankung zum Vorschein kam.

II. Bündel des linken Adductor.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
341	18	38	+ 15	+ 12	Richtiger Strom.
342	18	43	+ 12	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
343	18	46	+ 16	—	Desgl. zweite Richtung.
346	18	50	+ 4	—	Umgekehrter Elektrotonus durch ein Element. Positive Phase.
347	18	52	— 4	—	Desgl. Negative Phase.
348	18	54	+ 16	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
349	18	57	+ 15	—	Desgl. zweite Richtung.

Die Tetanisation führte hier immer nur zu positiven Schwankungen bei beiden Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors. Die Ausschläge waren dabei sehr gross im Verhältniss zu dem nur mässig starken Elektrotonus.

III. Der unter I geprüfte linke Hüftnerv, zwischen den linken Oberschenkelmuskeln indessen aufbewahrt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
350	20	39	— 2	— 1	Umgekehrter Strom.
351	20	40	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
352	20	41	+ 3	—	Umgekehrter Elektrotonus in Bezug auf den umgekehrten Strom. Positive Phase.
353	20	43	— 2	—	Desgl. Negative Phase.

Der Nervenstrom hatte sich, wie man sieht, in der Zwischenzeit umgekehrt, der Elektrotonus hingegen die früheren Richtungen beibehalten.

IV. Frisch ausgeschnittener rechter Hüftnerv.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
354	22	29	— 6	— 3	Umgekehrter Strom.
355	22	31	+ 9	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
356	22	33	— 5,5	—	Desgl. zweite Richtung.
357	22	35	— 2	—	Richtiger Elektrotonus für den umgekehrten Strom durch ein Element. Positive Phase.
358	22	36	+ 2	—	Desgl. Negative Phase.
359	22	37	+ 4	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
360	22	39	— 4	—	Desgl. zweite Richtung.
361	22	41	— 8	—	Richtiger Elektrotonus durch zwei Elemente. Positive Phase.
362	22	43	+ 9	—	Desgl. Negative Phase.

Die Stromesschwankungen fielen hier zum Theil stärker, als der Strom des ruhenden Nerven aus und waren auch von bedeutender Grösse im Verhältniss zu dem Elektrotonus.

V. Bündel des nicht sichtlich todtenstarren rechten Adductor, frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
363	22	45	+ 18	+ 15	Richtiger Strom.
364	22	47	+ 4	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
365	22	49	+ 8	—	Desgl. zweite Richtung.
366	22	51	— 3	—	Richtiger Elektrotonus durch ein Element. Negative Phase.
367	22	53	+ 5	—	Desgl. Positive Phase.

Beide Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors gaben also hier nur positive Stromesschwankungen. Es kam bei späteren Prüfungen ein Mal vor, dass auch die Richtung der Schwankung mit der Schlussrichtung des Magnetelektromotors wechselte.

VI. Der unter IV angeführte rechte Hüftnerv, indessen zwischen den rechten Oberschenkelmuskeln aufbewahrt.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
368	22	0	— 7,5	— 3	Umgekehrter Strom.
369	22	4	— 2	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
370	22	6	0	—	Desgl. zweite Richtung.
371	22	8	— 1	—	Desgl. erste Richtung.
372	22	10	0	—	Desgl. zweite Richtung.
373	22	11	Nicht deutlich	—	Elektrotonus durch ein oder zwei Elemente.
374	22	12	+ 5	—	Umgekehrter Elektrotonus für den umgekehrten Strom durch vier Elemente. Negative Phase.
375	22	14	— 9	—	Desgl. Positive Phase.

Die Stromesschwankung trat nur bei der ersten, nicht aber bei der zweiten Schliessungsrichtung des Magnetelektromotors ein. Die Empfänglichkeit für den Elektrotonus fiel gering aus.

VII. Der linke Armnerv frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
376	22	21	— 5,5	— 2	Umgekehrter Strom.
377	22	23	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
378	22	24	Nicht deutlich	—	Elektrotonus durch ein oder zwei Elemente.
379	22	25	— 9	—	Richtiger Elektrotonus in Bezug auf den umgekehrten Strom durch vier Elemente. Positive Phase.
380	22	26	+ 4	—	Desgl. Negative Phase.

Die Beweglichkeit der Nervenmolecüle war hier sehr gering.

VIII. Stück des linken nicht sichtlich todtenstarren Adductor, frisch ausgeschnitten.

Versuchs-nummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
381	22	29	+ 18,5	+ 10	Richtiger Strom.
382	22	31	— 1	—	Magnetelektromot. ersteRichtung.
383	22	34	— 2	—	Desgl.
384	22	35	+ 2	—	Desgl. zweite Richtung.
385	22	36	— 1,5	—	Desgl. erste Richtung.
386	22	37	+ 1,5	—	Desgl. zweite Richtung.
387	22	38	— 12	—	Richtiger Elektrotonus durch ein Element. Negative Phase.
388	22	40	— 26	—	Also dieselbe Ausschlagsrichtung bei umgekehrtem Schlusse.
389	22	42	+ 7	—	Wie zuerst geschlossen.
390	22	45	— 22	—	Umgekehrt geschlossen.

Wir stossen hier auf den schon mehrfach erwähnten Ausnahmsfall, dass zuerst die beiden entgegengesetzten Schliessungs-

richtungen der erregenden Kette dieselbe Phase des Elektrotonus, später aber wie gewöhnlich die beiden verschiedenen Phasen erzeugen.

IX. Linker Armnerv, frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
391	27	7	— 3	— 1	Umgekehrter Strom.
392	27	11	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
393	27	12	+ 2,5	—	Umgekehrter Elektrotonus in Bezug auf den umgekehrten Strom durch ein Element. Negative Phase.
394	27	14	— 3	—	Desgl. Positive Phase.
395	27	16	+ 8	—	Desgl. durch vier Elemente. Negative Phase.
396	27	18	— 8	—	Desgl. Positive Phase.

Die Empfänglichkeit für Stromesschwankungen hatte sich gänzlich verloren und die für elektrotonische Wirkungen beträchtlich abgenommen.

X. Bündel des linken Adductor, frisch ausgeschnitten.

Versuchsnummer	Seit dem Tode verflossene Zeit		Ausschlag der Galvanometernadel in Graden		Nebenbemerkungen
	Stunde	Minute	erster	bleibender	
397	27	21	— 11	— 7	Umgekehrter Strom.
398	27	24	0	—	Beide Richtungen des Magnetelektromotors.
399	27	25	— 27	—	Richtiger Elektrotonus für den umgekehrten Strom durch sieben Elemente. Positive Phase.
400	27	28	+ 255	—	Desgl. Negative Phase.

Die negative Phase des Elektrotonus herrschte über der positiven in hohem Grade vor.

Die hier mitgetheilten Erfahrungen lehren:

1. Wie ich schon bei Gelegenheit der Untersuchungen über den Einfluss des Antiarins auf die elektromotorischen Eigenschaften der Nerven und der Muskeln der Säugethiere angegeben, kann man den hohen Grad von Beweglichkeit, der eine durch die elektrische Tetanisation hervorgerufene Stromesschwankung ausser dem Eletrotonus lange Zeit nach dem Tode erzeugt, nicht blos in vergifteten, sondern auch in gesunden Geschöpfen, die man durch mechanische Mittel getödtet hat, hin und wieder beobachten. Die erste der in dieser Arbeit mitgetheilten Beobachtungsreihen, die sich auf ein durch unvollkommene Einschnürung der Luftröhre langsam ersticktes Kaninchen bezieht, bestätigt diesen Satz. Man muss sich jedoch hüten, ihn ohne weiteres als allgemein gültig anzusehen. Es giebt Fälle, in denen man keine Spur jener Beweglichkeit oder höchstens äusserst schwache Andeutungen derselben, besonders in den sich zersetzenden Muskeln bemerkt, wenn man auch noch so oft die Nerven und die Muskelmassen in den ersten vier Tagen nach dem Tode galvanometrisch prüft. Ich stiess z. B. auf diesen Fall in einem Kaninchen, dem ich die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten hatte und das in etwas weniger als einer Viertelstunde darauf durch Eröffnung der einen Halsschlagader getödtet worden.[1] Solche negative Erfahrungen lassen natürlich immer noch die Ausflucht offen, dass die Zeiten der grossen Beweglichkeit in die Nacht oder überhaupt in Stunden fielen, an denen man keine Prüfungen anstellte. Bedenkt man aber, dass die grosse Beweglichkeit in anderen Fällen Tage lang anhält, dass sie z. B. von 23½ (Nr. 14) bis mindestens 52 Stunden (Nr. 74) für die Nerven und von 24 (Nr. 27) bis 69½ Stunden (Nr. 94) für die Muskeln in der oben angeführten ersten Beobachtungsreihe

1) Ich möchte bei dieser Gelegenheit zur Beurtheilung der Ursachen der sogenannten Lungenentartung nach doppelter Vagustrennung bemerken, dass die Lungen dieses Kaninchens eine grosse Anzahl zerstreuter Blutextravasate zeigten, dass also die blosse mechanische Anstrengung vorzugsweise der mühsamen Einathmung dieses Ergebniss in nicht ganz einer Viertelstunde herbeigeführt hatte.

dauerte, so gewinnt jene Annahme, dass die negativen Erfahrungen nur in dem Mangel einer passenden Untersuchungszeit liegen, keine grosse Wahrscheinlichkeit. Es bleibt aber immer unbekannt, ob nicht ein kurzer Zeitraum der Beweglichkeit vorhanden war.

2. Vergleichen wir die drei Vergiftungsfälle, deren Ergebnisse in dieser Abhandlung tabellarisch zusammengestellt worden, unter einander, so finden wir ebenfalls wesentliche Unterschiede. Das Kaninchen, das durch Nicotin getödtet wurde, lieferte einen hohen Grad von Beweglichkeit, der lange anhielt, während das mit Coniin vergiftete Thier nur schwache Spuren zeigte. Die Ergebnisse fielen für das Meerschweinchen, das Blausäure bekommen hatte, günstiger aus. Die Beweglichkeit erreichte aber bei Weitem nicht die des Nicotinkaninchens und blieb überhaupt quantitativ und zeitlich in mässigen Grenzen eingeschlossen. Künftige Wiederholungen solcher Vergiftungen werden lehren müssen, ob dieser Unterschied als charakteristisches Merkmal der einzelnen schädlichen Körper beständig wiederkehrt oder nicht.

3. Die in dieser Abhandlung beschriebenen Beobachtungen belehren noch genauer als die früheren (Henle und Pfeuffer's Zeitschrift a. a. O. S. 88) über den Gang der Erscheinungen nach dem Tode der Säugethiere. Man hat eine erste Stufe der geringeren Beweglichkeit. Die beiden möglichen Richtungen der elektrischen Tetanisation durch den Magnetelektromotor erzeugen keine Spur von Stromesschwankung. Auch die elektrotonischen Ablenkungen pflegen verhältnissmässig klein auszufallen. Sie fehlen aber in keinem Falle, wenn man hinreichend grosse Stromstärken anwendet. Ein darauf folgender Zeitraum der Fäulnisszersetzung führt zu einer sich wahrscheinlich allmälig steigernden stärkeren Beweglichkeit. Trifft man den günstigen Augenblick, so giebt die Behandlung mit dem Magnetelektromotor doppelte Schwankungen von solcher Grösse, dass der erste Anschlag derselben den des ruhenden Nervenstromes um das Fünf- bis Zehnfache übertreffen kann. Die eine Schliessungsrichtung des Magnetelektromotors erzeugt dann eine positive und die andere eine negative Schwankung in der bei Weitem grössten Mehrzahl der Fälle. Diese Eigenschaft nimmt wiederum allmälig ab und schwindet hierauf gänzlich, so dass die

beiden Arten elektrischer Tetanisation keine, selbst nur mit dem Fernrohre wahrnehmbare Spur von Nadelablenkung hervorrufen. Jene Empfänglichkeitszeit für doppelte Schwankungen beginnt immer erst mindestens eine Reihe von Stunden und nicht selten am zweiten Tage nach dem Tode. Ihr Aufhören fällt oft in den dritten, bisweilen in den vierten und in den Muskeln sogar hin und wieder in den fünften Tag.

4. Es kann ausnahmsweise vorkommen, dass die zwei entgegengesetzten Schlussweisen des Magnetelektromotors nur positive oder nur negative Stromesschwankungen ein bis drei Tage nach dem Tode erzeugen. Es ereignet sich auch, dass nur die eine Schliessungsrichtung des Magnetelektromotors eine dieser beiden Schwankungen bedingt, die andere hingegen gar keine Nadelablenkung zur Folge hat. Man stösst endlich auf Fälle, in denen im Anfange z. B. dieselbe Schwankungsart bei beiden Schliessungsrichtungen des Magnetelektromotors auftritt, später dagegen die eine eine positive und die andere eine negative Stromesschwankung gibt. Das Entgegengesetzte ist mir seltener vorgekommen.

5. Alle unter 3 und 4 aufgeführten Erscheinungen kehren sowohl für die Nerven, als die Muskeln wieder. Die Letzteren zeichnen sich jedoch in der Regel dadurch aus, dass sie grössere Ausschläge der Stromesschwankungen liefern und der Zeitabschnitt, in welchem diese auftreten, länger als bei den Nerven ausfällt. Man darf übrigens hierbei nicht übersehen, dass die Muskelstücke, die man prüft, breiter und dicker als die untersuchten Nervenstämme auszufallen pflegen, jene also geringere Leitungswiderstände, so weit es nur von den Körperdurchmessern abhängt, darbieten.

6. Die Nr. 159 bis 182 erläuterten Beobachtungen zeigen, dass die Quertrennung oder die Unterbindung des faulenden Nerven zwischen der abgeleiteten und der erregten Strecke die Stromesschwankungen, nicht aber den Elektrotonus aufhob.

7. Der Vergleich der Stromesschwankungen mit dem zu derselben Zeit auftretenden Elektrotonus führt wiederum zu denselben Ergebnissen, die ich schon in der Antiarinabhandlung S. 81 ff. erläutert habe. Beide Erscheinungen stimmen darin überein, dass häufig die Ausschläge sichtlich vergrössert werden, wenn man den

Abstand der erregten von der abgeleiteten Strecke verkleinert. Es ereignet sich häufig, dass ein hoher Grad von Empfänglichkeit für Stromesschwankungen mit dem für elektrotonische Veränderungen zusammenfällt. Dieses findet aber oft genug aus verschiedenen Gründen nicht statt. Der Elektrotonus kann vor und nach der Beweglichkeitsperiode der Fäulnisszersetzung der Nerven und der Muskeln mit grösserer oder geringerer Stärke vorhanden sein, ohne dass die Tetanisation eine Spur von Nadelablenkung erzeugt. Die Grössen beider Erscheinungen, wenn sie gleichzeitig auftreten, wachsen oder sinken keineswegs immer in gleichem Verhältnisse. Diejenige Art von Stromesschwankung, welche die Nadel in dem Sinne einer gegebenen Phase des Elektrotonus ablenkt, entspricht bald der Wirkung der Richtung der Oeffnungs- und bald der der Schliessungsströme des Magnetelektromotors. Verbindet man aber diesen mit dem Galvanometer unmittelbar, d. h. durch rein metallische Zwischenstücke, so erhält man immer dieselbe Ablenkungsrichtung bei beiden Schliessungsarten, wie ich schon in der Antiarinarbeit S. 83 angegeben und ich mich dieses Mal noch zum Ueberfluss an dem gebrauchten Magnetelektromotor überzeugt habe. Es kommt zwar auch bei schwacher Empfänglichkeit für den Elektrotonus vor, dass man eine merkliche Zeit warten muss, ehe die Nadel ihre Bewegungen anfängt. Die Stromesschwankungen bieten aber das Gleiche unter ähnlichen Bedingungen häufiger und auffallender dar. Sie zeigen überdies noch die schon früher hervorgehobene Erscheinung, dass der oder die ersten Ausschläge die grössten sind und die kurz darauf wiederholten Versuche weit kleinere Ablenkungen liefern.

8. Die in dieser Abhandlung mitgetheilten Erfahrungen führen wiederum eine Reihe eigenthümlicher Ausnahmsfälle der elektrotonischen Erscheinungen vor, die mir zum Theil schon in den Untersuchungen über die Pfeilgifte begegnet sind. Man sieht zunächst häufig an den Muskeln, die sich in Todtenstarre befinden oder dieselbe durchgemacht haben, dass der Ruhepunkt der Nadel, welcher der bleibenden Ablenkung entspricht, mit der Zeit von selbst oder nach vorangegangener Tetanisation oder Elektrotonuserregung wechselt. Es kann ferner vorkommen, dass der Schluss der erregenden

Kette in beiden entgegengesetzten Richtungen dieselbe elektrotonische Ablenkungsrichtung zur Folge hat. Dieses zeigte sich z. B. in Nr. 7 und 8 für den Hüftnerven 20 Stunden nach dem Tode. Man sieht aus Nr. 31 und 32, 37 und 38 (vgl. auch Nr. 239 bis 242), dass der 24 Stunden alte todtenstarre grosse Anzieher des Oberschenkels das Gleiche bei dem Gebrauche von ein oder zwei Elementen lieferte, bei dem von vier hingegen (Nr. 39 und 40) beide Phasen des Elektrotonus gab und von diesen die negative einen vier Mal so grossen Ausschlag als die positive darbot. Es kommt vor, dass sich der Strom des ruhenden Nerven im Laufe der Zeit früher als der Elektrotonus umkehrt. Es ereignet sich endlich, dass sich der Sinn der Ungleichheit der beiden elektrotonischen Phasen mit der Stärke des erregenden Stromes ändert. Der erste Ausschlag der positiven zu dem der negativen Phase verhielt sich z. B. für den drei Stunden alten Hüftnerven wie 2 : 1 bei dem Gebrauch von vier Elementen (Nr. 280, 281), während der von acht 1 : 3 ergab (Nr. 282, 283).

Alle diese Thatsachen lehren, dass die Ursachen der elektrotonischen Erscheinungen noch eben so dunkel sind, als die der Stromesschwankungen. Nur soviel dürfte sicher sein, dass hier feinere elektrolytische Wirkungen die Hauptrolle übernehmen. Es handelt sich aber um so zarte und so verwickelte Verhältnisse, dass jede Theorie vorläufig nur auf Redensarten oder auf Einzelvorstellungen beruhen kann, welche die erste glückliche Beobachtungsreihe gleich einem Kartenhause umwirft.

9. Obgleich uns der Zustand der gegenwärtigen organischen Chemie noch nicht gestattet, selbst nur die gröberen Verhältnisse der Zusammensetzung der Nerven und der Muskeln zu erkennen, so darf man doch mit Sicherheit behaupten, dass die regelmässige negative und die ausnahmsweise positive Stromesschwankung, welche der lebende Nerv oder Muskel während seiner Thätigkeit giebt, auf ganz anderen Molecularbedingungen beruht, als diejenige, die zwei bis vier oder selbst fünf Tage nach dem Tode eines Säugethieres unabhängig oder abhängig von der Schliessungsrichtung des Magnetelektromotors auftritt. Dieses beweist aber von Neuem, dass das Galvanometer eben nur ein physikalisches Merkmal durch Grösse

und Richtung des Nadelausschlages verräth, wie das Thermometer ein anderes durch einen bestimmten Werth der Erhebung oder der Senkung der Quecksilbersäule. Beiderlei Wirkungsarten bilden blos äussere Zeichen, die aus den allerverschiedensten Ursachen hervorgehen können. Wir sind wenigstens so weit, dass wir wissen, weshalb das Thermometer steigt, wenn wir Schwefelsäure mit Wasser mischen und sinkt, wenn wir Aether verdunsten lassen. Wir können die Grösse der Wärmeänderung in beiden Fällen im Voraus berechnen. Hoffen wir, dass die Chemie und die Physiologie das Gleiche früher oder später für die elektromotorischen Eigenschaften werde leisten können, und benutzen wir diese vorläufig, um Zustände während des Lebens und während der späteren Fäulnissstufen nachzuweisen, deren Existenz wir nur durch dieses und kein anderes Mittel bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft zu erkennen im Stande sind.

10. Es entspricht früheren Erfahrungen, wenn zuletzt die Nerven und die Muskeln für den negativen Pol eines galvanischen Kreises reizbarer als für den positiven sind. Die S. 153 angeführten Versuche, welche an dem mit Coniin getödteten Kaninchen angestellt worden, lehren aber, dass es auf den allerletzten Stufen der Muskelerregbarkeit vorkommen kann, dass sich der negative Pol für den ab- und der positive für den aufsteigenden Strom empfänglicher zeigt.

Ueber die Schwankungen im Wasser-, Fett- und Stickstoffgehalt des Fleisches.

Von

Dr. P. Petersen.

Es sind in jüngster Zeit von verschiedenen Seiten Einwürfe gemacht worden gegen die Zulässigkeit der Annahme von Voit, dass der Stickstoffgehalt des frischen Fleisches nur zwischen engen Grenzen schwanke, dass man ferner, ohne einen erheblichen Fehler zu begehen, bei Untersuchungen über den Stoffwechsel auf 100 Grm. Fleisch 3,4 Grm. Stickstoff in Rechnung bringen könne. So behauptet Seegen[1]), gestützt auf Analysen von Toldt und Nowak, die im Laboratorium von Schneider ausgeführt wurden, dass der Stickstoffgehalt des Fleisches stets mehr als 3,4 Proc. betrage. Schenk[2]) kommt bei seinen Untersuchungen über die Stickstoffgrösse des Fleisches zu dem Resultate, dass man überhaupt auf eine einigermaassen genaue Zahl für dieselbe Verzicht leisten müsse. In Anbetracht der Wichtigkeit, welche die Stickstofffrage für alle Forschungen auf dem Gebicte des Stoffwechsels hat, veranlasste mich Herr Professor Stohmann, das Fleisch verschiedener Thiere einer näheren Prüfung zu unterziehen, um einen möglichst weiten Ueberblick über die Schwankungen im Stickstoffgehalte und über die Ursachen, welche dieselben hervorrufen, zu gewinnen. Die Stickstoffgrösse des Fleisches ist aber — wenn wir von dem Aschengehalte, der nach Voit[3]) bei verschiedenen Fleischarten nur wenig variirt, absehen — abhängig von dem Wasser- und Fettgehalt und angeblich von dem vermehrten oder verminderten

1) Wiener Akademie-Anzeigen. 1870. 230.

2) Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. II. Abth. Jan.-Heft. Jahrgang 1870.

3) Zeitschr. für Biologie. Bd. I. p. 100.

Auftreten von Bindegewebe und elastischem Gewebe in demselben, die nach Schenk's Beobachtungen einen bedeutend grösseren procentischen Stickstoffgehalt als das Fleisch haben sollen. Es mussten also diese drei Faktoren, welche die Grenzen, zwischen denen sich der Stickstoffgehalt bewegt, wesentlich zu modificiren vermögen, mit in den Kreis der Untersuchungen gezogen werden.

Als Material für die Untersuchungen diente das Fleisch vom Pferde, Ochsen, Hammel, vom Kalbe und Schweine, und zwar jedesmal von zwei Individuen. Die Proben wurden bei jedem einzelnen Thiere zwei Körpertheilen, dem Vorder- und Hinterschenkel, sofort nach dem Schlachten entnommen und in mit Glasstöpseln versehenen Flaschen transportirt, so dass sie in der Regel noch warm in meine Hände kamen. Auf diese Weise wurde dem Verdunsten von Wasser so weit wie möglich vorgebeugt. Das Fleisch wurde dann mit Messer und Scheere sorgfältig von Fett und Sehnen befreit, in dünne Scheiben geschnitten, auf Tellern ausgebreitet, rasch gewogen, im Trockenschrank bei einer Temperatur von circa 70° C. lufttrocken gemacht und wieder gewogen. Nach dem Pulvern bestimmte man in kleinen Proben der lufttrocknen Masse den Gehalt an Trockensubstanz. In der folgenden Tabelle sind die Resultate der Wasserbestimmungen, jedoch nur mit Angabe des verwendeten frischen Fleisches und der diesem entsprechenden Trockensubstanz aufgeführt.

I.

Fleisch vom	Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Frisches Fleisch in Grammen	Entsprech. Trockensubstanz	Procentgehalt an festen Substanzen	Procentgehalt an Wasser
Rinde A	Vorderschenkel (a)	120,30	27,40	22,78	77,22
	Hinterschenkel (b)	127,71	30,97	24,25	75,75
Rinde B	a	65,44	14,29	21,84	78,16
	b	82,66	20,49	24,79	75,21
Schweine A	a	73,50	18,46	25,11	74,89
	b	83,87	21,81	26,01	73,99
Schweine B	a	80,13	19,12	23,86	76,14
	b	89,05	25,00	28,07	71,93
Hammel A	a	92,67	22,04	23,78	76,22
	b	97,13	22,65	23,32	76,68

Fleisch vom		Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Frisches Fleisch in Grammen	Entsprech. Trockensubstanz	Procentgehalt an festen Substanzen	Procentgehalt an Wasser
Hammel B		a	80,50	18,69	23,22	76,78
		b	90,80	20,90	23,02	76,98
Kalbe A		a	69,39	14,37	20,71	79,29
		b	83,14	18,42	22,15	77,85
Kalbe B		a	111,73	23,30	20,81	79,19
		b	103,06	21,59	20,95	79,05
Pferde A		a	172,43	45,61	26,45	73,55
		b	165,55	44,35	26,79	73,21
Pferde B		a	99,72	23,90	23,97	76,03
		b	92,43	22,20	24,02	75,98

Der Wassergehalt des Fleisches verschiedener Thierarten differirt nach diesen zwanzig Bestimmungen um 7,36 Proc. Das Kalbfleisch (79,29 Proc. Wasser) giebt die geringste, das Schweinefleisch (71,93 Proc.), das selbst bei mageren Thieren mehr oder minder mit Fett durchwachsen ist, die grösste Menge Trockensubstanz. Aus den Analysen resultirt ein mittlerer Wassergehalt von 76,20 Proc., der mit dem von Voit gefundenen (75,9 resp. 75,67 Proc.) annähernd übereinstimmt. Dass unsere Zahl etwas grösser ist, kann nicht Wunder nehmen, da mir nicht bekannt ist, dass Voit das Fleisch so junger Thiere, wie wir es zum Theil (z. B. im Kalbfleisch) anwandten, der Untersuchung unterworfen hat; namentlich ist dabei aber wohl zu berücksichtigen, dass wir es hier mit absolut frischem Fleisch zu thun haben, während Voit das Kauffleisch des Fleischerladens untersuchte, welches durch Verdunstung wasserärmer geworden ist. Von der von Grouven[1]) aus zwölf Analysen erhaltenen Mittelzahl (74,7 Proc. Wasser) weicht die unsrige nicht unbedeutend ab, was nur darin seinen Grund haben kann, dass derselbe auch das Fleisch einiger fetter Thiere zu seinen Bestimmungen nahm.

In dem lufttrockenen Fleische wurde der Stickstoffgehalt nach der Will-Varrentrapp'schen Methode ermittelt. Die Resultate

1) Physiol.-chem. Fütterungsversuche. 1864. p. 88.

der Analysen, auf wasserfreie und frische Substanz berechnet, gebe ich in folgender Tabelle.

II.

Fleisch vom	Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Trockensubstanz in Grammen	Entsprech. frische Substanz	Liefert Stickstoff	Procentgehalt an Stickstoff in	
					frischer Substanz	trockner Substanz
Rinde A	Vorderschenkel	0,4183	1,8367	0,06152	3,35	14,71 [1]
		0,6118	2,6861	0,09019	3,36	14,74
	Hinterschenkel	0,5886	2,4271	0,07867	3,24	13,37
		0,4881	2,0128	0,06528	3,24	13,37
Rinde B	Vorderschenkel (a)	0,6736	3,0848	0,09981	3,24	14,82
		0,6883	3,1522	0,10153	3,22	14,75
	Hinterschenkel (b)	0,6095	2,4583	0,08217	3,34	13,48
		0,6998	2,8225	0,09491	3,36	13,56
Schweine A	a	0,5186	2,0654	0,06880	3,33	13,27
		0,6448	2,5682	0,08525	3,32	13,22
	b	0,5123	1,9696	0,06269	3,18	12,24
		0,6015	2,3133	0,07374	3,19	12,26
Schweine B	a	0,5873	2,4612	0,07678	3,12	13,07
		0,5821	2,4393	0,07654	3,14	13,06
	b	0,7248	2,5822	0,08609	3,33	11,88
		0,5639	2,0092	0,06747	3,36	11,96
Hammel A	a	0,6374	2,6808	0,08612	3,21	13,51
		0,5668	2,3838	0,07648	3,21	13,49
	b	0,5809	2,4908	0,08109	3,22	13,80
		0,5966	2,5581	0,08241	3,22	13,81
Hammel B	a	0,5368	2,3123	0,07016	3,03	13,07
		0,5527	2,3804	0,07263	3,05	13,14
	b	0,5878	2,5539	0,07930	3,11	13,49
		0,6475	2,8133	0,08770	3,12	13,54
Kalbe A	a	0,5113	2,4685	0,07584	3,07	14,81
		0,6518	3,1464	0,09708	3,08	14,88
	b	0,6208	2,8021	0,09338	3,33	15,03
		0,6175	2,7872	0,09289	3,33	15,03

1) Die durch Klammern zusammengezogenen Zahlen beziehen sich auf controlirende Bestimmungen derselben Substanz.

Fleisch vom	Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Trockensubstanz in Grammen	Entsprech. frische Substanz	Liefert Stickstoff	Procentgehalt an Stickstoff in frischer Substanz	Procentgehalt an Stickstoff in trockner Substanz
Kalbe B	a	0,6226	2,9912	0,09344	3,12	15,01
		0,5437	2,6123	0,08193	3,14	15,07
	b	0,7085	3,3814	0,10716	3,17	15,12
		0,6801	3,2459	0,10275	3,17	15,11
Pferde A	a	0,5177	1,9576	0,06927	3,54	13,38
		0,5501	2,0801	0,07374	3,55	13,40
	b	0,5535	2,0660	0,07515	3,64	13,58
		0,6753	2,5205	0,09136	3,62	13,53
Pferde B	a	0,7493	3,1255	0,10794	3,45	14,41
		0,7427	3,0981	0,10705	3,46	14,41
	b	0,7219	3,0051	0,09854	3,28	13,65
		0,7653	3,1854	0,10458	3,28	13,67

Der procentische Stickstoffgehalt, auf Trockensubstanz berechnet, liegt nach dieser Tabelle zwischen 11,88 und 15,07, auf frisches Fleisch reducirt zwischen 3,03 und 3,64. Nehmen wir zu jenen Zahlen der Tabelle noch die Stickstoffbestimmungen hinzu, welche an hiesiger Versuchsstation im Sommer 1868 im Ziegen- und Pferdefleisch gemacht wurden [1]), so ergiebt sich ein durchschnittlicher Stickstoffgehalt von 3,27 Proc. im frischen, von 13,79 Proc. im trocknen Fleisch. Die Durchschnittszahl für die Stickstoffgrösse des frischen Fleisches fällt nach diesen Bestimmungen um 0,13 Proc. niedriger aus, als die von Voit angenommene Zahl 3,4 Proc., was ich einfach dadurch erkläre, dass die Untersuchungen desselben, so weit aus den Angaben hervorgeht, nur auf Hunde- und Rindfleisch sich erstrecken, während die Zahlen unserer Tabelle von sechs verschiedenen Fleischarten (mit Hinzuziehung des Ziegenfleisches)

1) F. Stohmann. Ueber die Ernährungsvorgänge des milchproducirenden Thieres. 2. Arbeit: bei stickstoffarmem Futter. Zeitschrift f. Biologie. Bd. VI. Heft II. p. 239.

	Ziege	Lamm	Pferd A	Pferd B
Stickstoff im trocknen Fleisch	13,91	14,56	13,1	13,6
„ „ frischen Fleisch	3,33	3,32	3,4	3,4.

herrühren, von denen sich Kalbfleisch (*B*) und Hammelfleisch (*B*) durch einen verhältnissmässig niedrigen Stickstoffgehalt auszeichnen.

Für die einzelnen Fleischarten ergeben sich folgende Mittelzahlen:

Rindfleisch	3,29	Proc.	N.
Schweinefleisch . .	3,25	"	"
Hammelfleisch . .	3,15	"	"
Kalbfleisch.	3,18	"	"
Pferdefleisch. . . .	3,48	"	"

Seegen führt in einer vorläufigen Mittheilung einer grösseren Arbeit über die Ausscheidungswege des Stickstoffs der im Körper zersetzten Albuminate an[1]), dass die Verbrennung mit Natronkalk nicht im Stande sei, allen Stickstoff des Fleisches in Ammoniak überzuführen, wie sich durch Analysen von Toldt und Nowak herausgestellt habe. Darnach müssten alle bisher gemachten Angaben über die Stickstoffgrösse des Fleisches, die wohl zum grössten Theil auf der Methode von Will und Varrentrapp basiren, — also auch vorstehende — zu niedrig sein.

Um die Richtigkeit jener Behauptung zu prüfen, wurden in jeder der beiden Proben vom Rindfleisch *A*, in denen der Stickstoff bereits durch Ueberführung in Ammoniak ermittelt war, Doppelbestimmungen des ersten nach der Methode von Dumas gemacht. Die Resultate derselben folgen in nachstehender Tabelle, in welcher ich der Uebersicht wegen auch die nach der Will-Varrentrapp'schen Methode in denselben Fleischproben ausgeführten Analysen noch einmal anführe.

1) a. a. O

III.

Methode nach	Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Trockensubstanz in Grammen	Entsprech. frische Substanz	Liefert Stickstoff	Procentgehalt an Stickstoff in frischer Substanz	trockner Substanz
Will und Varrentrapp	Rind A Vorderschenkel	0,4183	1,8367	0,06152	3,35	14,71
		0,6118	2,6861	0,09019	3,36	14,74
Dumas		0,7397	3,2476	0,11068	3,41	14,96
		0,7298	3,2044	0,10741	3,35	14,72
Will und Varrentrapp	Hinterschenkel	0,5886	2,4271	0,07867	3,24	13,37
		0,4881	2,0128	0,06528	3,24	13,37
Dumas		0,7112	2,9327	0,09650	3,29	13,57
		0,6225	2,5671	0,08483	3,30	13,63

Dass die auf gasvolumetrischem Wege ermittelten Zahlen in drei Fällen wenigstens um ein Geringes höher ausfallen, als die auf die andere Art erhaltenen, kann nicht auffallend sein, da die Methode von Dumas bekanntlich in der Regel zu hohe (um 0,2 bis 0,5 Proc.)[1] Resultate giebt. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen beider Bestimmungsweisen ist aber, namentlich auf frisches Fleisch bezogen, so unbedeutend, dass er überhaupt nicht ins Gewicht fällt. Es wäre also höchst überflüssig gewesen, die Brauchbarkeit der Methode von Will und Varrentrapp zur Fleischanalyse noch weiteren Prüfungen zu unterziehen.

Aus den Analysen von Toldt und Nowak soll ferner hervorgehen, dass der Stickstoffgehalt im frischen Fleisch stets mehr als 3,4 Proc. beträgt. Nach den in Tabelle II. verzeichneten Resultaten kann ich diese Wahrnehmung nicht bestätigen. Selbst nach Reduktion auf durch Aether erschöpftes Fleisch (siehe weiter unten) übersteigt die Stickstoffgrösse nur in einzelnen Fällen 3,4 Proc.

Die Beobachtung, welche Schenk[2]) gemacht hat, dass selbst dann, wenn die zu untersuchende Substanz für mehrere Analysen aus einer und derselben Fleischprobe desselben Thieres genommen

1) Fresenius, Anleitung zur quantitativen Analyse. 5. Aufl. p. 598.
2) a. a. O.

wird, beträchtliche Schwankungen im Stickstoffgehalte auftreten (Differenzen von 0,39 Proc. N. im Rind- und 0,40 Proc. im Hundefleisch), kann ich ebenfalls nicht bestätigen, obschon ich von jeder Probe zwei Bestimmungen ausgeführt habe. Es wäre jedenfalls wünschenswerth gewesen, wenn Schenk durch controlirende Bestimmungen dargethan hätte, wie weit seine Analysen als richtig zu betrachten seien. Vielleicht würde sich gezeigt haben, dass seine auffälligen Resultate auf analytische Fehler zurückzuführen seien.

Ein Blick auf Tabelle I und II zeigt eine bestimmte Beziehung zwischen dem Wasser- und Stickstoffgehalt: das wasserreichere Fleisch enthält in der trockenen Substanz in der Regel mehr Stickstoff als das wässerärmere. Der Grund dieser Thatsache war jedenfalls in dem verschiedenen Fettgehalt zu suchen, und zwar musste das wasserärmere Fleisch eine grössere Menge von durch Aether extrahirbaren Substanzen besitzen, als das an Wasser reichere. Diese Vermuthung erwies sich als richtig, als ich in sämmtlichen zur Verwendung gekommenen Fleischproben den Aetherextrakt bestimmte. Die folgende Tabelle, welcher ich der Vollständigkeit und Uebersicht halber die in I. angeführten Wasserprocente noch einmal beifüge, giebt uns ein klares Bild, in welcher Weise sich Wasser- und Fettgehalt im Fleisch ergänzen. Dem grösseren Wassergehalt entspricht in fast allen Fällen ein geringerer Fettgehalt und umgekehrt.

IV.

Fleisch vom	Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Trockensubstanz in Grammen	Entsprechend. frische Substanz	Liefert Fett	Procentischer Fettgehalt in		Procentischer Wassergehalt
					frischer Substanz	trockner Substanz	
Rinde A	Vorderschenkel	6,2107	27,2686	0,2085	0,76	3,26	77,22
	Hinterschenkel	5,3211	21,9428	0,6615	3,01	12,24	75,75
Rinde B	Vordersch. (a)	4,5737	20,9457	0,1810	0,86	3,96	78,16
	Hintersch. (b)	3,2512	13,1127	0,4460	3,40	13,72	75,21
Schweine A	a	3,9055	15,5551	0,5885	3,78	15,07	74,89
	b	4,5488	17,4893	0,8140	4,65	17,89	73,99
Schweine B	a	2,9841	12,5050	0,4670	3,73	15,65	76,14
	b	2,9606	10,5478	0,6910	6,55	23,34	71,93

Fleisch vom	Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Trocken-substanz in Grammen	Entsprechend. frische Substanz	Liefert Fett	Procentischer Fettgehalt in		Procentischer Wassergehalt
					frischer Substanz	trockner Substanz	
Hammel A	a	4,8097	20,2283	0,6130	3,03	12,75	76,22
	b	4,4697	19,1643	0,4930	2,57	11,03	76,68
Hammel B	a	3,6871	15,8808	0,4800	3,02	13,02	76,78
	b	3,1911	13,8651	0,3700	2,67	11,59	76,98
Kalbe A	a	3,0993	14,9595	0,1375	0,92	4,44	79,29
	b	5,7783	26,0809	0,2115	0,81	3,66	77,85
Kalbe B	a	5,1956	24,9630	0,1940	0,78	3,73	79,19
	b	5,7766	27,5690	0,2080	0,76	3,60	79,05
Pferde A	a	8,4336	31,8917	0,5510	1,73	6,53	73,55
	b	7,4094	27,6566	0,5420	1,96	7,32	73,21
Pferde B	a	5,1719	21,5735	0,1630	0,76	3,15	76,03
	b	5,0185	20,8895	0,2270	1,09	4,52	75,98

Der Fettgehalt schwankt, wie wir sehen, nicht unbeträchtlich zwischen 0,76 und 6,55 Proc. im frischen Fleisch. Diese grosse Differenz wird aber hauptsächlich durch das Schweinefleisch (mit einem Fettgehalt von 6,55 und 4,65 Proc.) verursacht, das selbst im mageren Zustande bei der grössten Sorgfalt nicht von allen Fettzügen zu befreien ist, wenn man überhaupt etwas unter den Fingern behalten will. Wenn wir von diesem Fleisch absehen, so haben die Schwankungen im Fettgehalt nichts Auffallendes mehr.

Als Mittel aus sämmtlichen Zahlen der Tabelle ergiebt sich ein procentischer Fettgehalt von 2,34.

Obgleich bekanntlich der Aetherextrakt des Fleisches stickstoffhaltige Körper (Lecithin etc.) enthält, wird man dennoch, um einen Anhaltspunkt über den Einfluss des Fettgehaltes auf die Stickstoffgrösse des Fleisches zu gewinnen, denselben ohne Berücksichtigung seines Stickstoffgehaltes vom Fleisch in Abzug bringen und den Stickstoff des letzteren auf die so reducirte Substanz berechnen können. Denn dass der Stickstoffgehalt des Extraktes nur unbedeutend ist und bei einer solchen Berechnung nicht in's Gewicht fällt, beweisen folgende Zahlen:

Es gaben:

a) 0,5745 Gr. Aetherextrakt von magerem Rindfleisch
0,00244 Gr. = 0,42 Proc. N.
b) 1,4975 Gr. desselben Extraktes 0,00623 „ = 0,42 „

Man würde also selbst bei Annahme von durchschnittlich 2 Proc. Fett im mageren Fleisch bei einer Reduktion des Stickstoffgehaltes auf extrahirte Substanz nur einen Fehler von 0,008 Gr. N. auf 100 Gr. frisches Fleisch begehen, der das Resultat nicht nennenswerth beeinträchtigt. Die folgende Tabelle enthält die Stickstoffwerthe für die von uns untersuchten, entfetteten Fleischarten, wie oben auf trockne und frische Substanz berechnet.

V.

Fleisch vom	Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Trockensubstanz in Grammen	Entspr. frische Substanz	Liefert Stickstoff	Procentgehalt an Stickstoff in frischer Substanz	Procentgehalt an Stickstoff in trockner Substanz
Rinde A	Vorderschenkel	0,4043	1,8227	0,06152	3,38	15,22
		0,5913	2,6657	0,09019	3,38	15,25
		0,7150	3,2233	0,11068 (nach Dumas)	3,43	15,48
		0,7054	3,1799	0,10741 (nach Dumas)	3,38	15,23
	Hinterschenkel	0,5165	2,3540	0,07867	3,34	15,23
		0,4284	1,9521	0,06528	3,34	15,24
		0,6242	2,8445	0,09650 (nach Dumas)	3,39	15,46
		0,5463	2,4895	0,08483 (nach Dumas)	3,41	15,53
Rinde B	Vorderschenkel (a)	0,6469	3,0583	0,09981	3,26	15,43
		0,6611	3,1251	0,10153	3,25	15,36
	Hinterschenkel (b)	0,5259	2,3747	0,08217	3,46	15,62
		0,6038	2,7265	0,09491	3,48	15,72
Schweine A	a	0,4404	1,9873	0,06880	3,46	15,62
		0,5476	2,4712	0,08525	3,45	15,57
	b	0,4206	1,8781	0,06269	3,34	14,90
		0,4939	2,2050	0,07374	3,35	14,93
Schweine B	a	0,4954	2,3694	0,07678	3,24	15,50
		0,4900	2,3484	0,07654	3,26	15,61
	b	0,5556	2,4131	0,08609	3,57	15,49
		0,4323	1,8776	0,06747	3,59	15,61
Hammel A	a	0,5562	2,5996	0,08612	3,31	15,48
		0,4945	2,3116	0,07648	3,31	15,47
	b	0,5168	2,4270	0,08019	3,30	15,52
		0,5308	2,4923	0,08241	3,31	15,53

Fleisch vom	Körpertheil, dem das Fleisch entnommen	Trocken-substanz in Grammen	Entspr. frische Sub-stanz	Liefert Stickstoff	Procentgehalt an Stickstoff in frischer Substanz	Procentgehalt an Stickstoff in trockner Substanz
Hammel B	a	0,4668	2,2424	0,07016	3,13	15,03
		0,4807	2,3084	0,07263	3,15	15,11
	b	0,5196	2,4855	0,07930	3,19	15,26
		0,5724	2,7378	0,08770	3,20	15,32
Kalbe A	a	0,4886	2,4458	0,07584	3,10	15,52
		0,6229	3,1175	0,09708	3,11	15,59
	b	0,5981	2,7794	0,09338	3.36	15,61
		0,5949	2,7646	0,09289	3,36	15,61
Kalbe B	a	0,5994	2,9679	0,09344	3,15	15,59
		0,5234	2,5919	0,08193	3,16	15,65
	b	0,6830	3,3558	0,10716	3,19	15,69
		0,6556	3,2213	0,10275	3,19	15,67
Pferde A	a	0,4839	1,9237	0,06927	3,60	14,31
		0,5142	2,0441	0,07374	3,61	14,34
	b	0,6259	2,4711	0,09136	3,70	14,60
		0,5130	2,0255	0,07515	3,71	14,65
Pferde B	a	0,7257	3,1018	0,10794	3,48	14,87
		0,7193	3,0746	0,10705	3,48	14,88
	b	0,6893	2,9724	0,09854	3,32	14,30
		0,7307	3,1507	0,10458	3,32	14,31

Man ersieht aus den Zahlen der Tabelle, wie ausser dem Wasser- namentlich auch der wechselnde Fettgehalt die Schwankungen in der Stickstoffgrösse des Fleisches hervorruft. Denn während die Stickstoffprocente im trocknen, nicht extrahirten Fleisch um 3.19 auseinandergehen, bewegen sie sich im trocknen entfetteten Fleisch nur zwischen 14,30 und 15,72.

Die Mittelzahl ergiebt nach dieser Tabelle für frisches Fleisch 3,35 Proc. Stickstoff, für trocknes 15,39 Proc.

Der mittlere Gehalt der einzelnen Fleischarten stellt sich

für frisches	Rindfleisch	auf	3,38	Proc.	N.
„	„	Schweinefleisch	„	3,41	„	„
„	„	Hammelfleisch	„	3,24	„	„
„	„	Kalbfleisch	„	3,20	„	„
„	„	Pferdefleisch	„	3,53	„	„

Ausser von dem Wasser- und Fettgehalte soll nach Schenk[1]) die Stickstoffgrösse auch abhängig sein von dem grösseren oder geringeren Auftreten von Bindegewebe und elastischem Gewebe im Fleisch, die nach ihm einen höheren procentischen Stickstoffgehalt als das Muskelfleisch haben. Um uns selbst von der Zusammensetzung dieser Gewebe zu überzeugen, wurden die Achillessehne und das Nackenband des Pferdes der Analyse unterzogen. Es ergaben sich folgende Zahlen:

VI.

	Trockensubstanz in Grammen	Entspr. frische Substanz	Liefert Stickstoff	Procentgehalt an Stickstoff in		Wassergehalt
				frischer Substanz	trockner Substanz	
Nackenband	0,6119	1,4639	0,07950	5,43	12,99	41,80% fest. Subst.
	0,6584	1,5750	0,08510	5,40	12,92	58,20 „ Wasser
Achillessehne	0,3710	1,1934	0,05866	4,92	15,81	31,10 „ fest. Subst.
	0,5224	1,6807	0,08286	4,93	15,86	68,90 „ Wasser
	Aetherextrakt		Liefert Fett	Procentgehalt an Fett		
Nackenband	4,1420	9,9087	0,9440	9,53	22,79	
Achillessehne	3,5524	11,4284	0,2550	2,23	7,18	
	Stickstoffwerthe für extrahirte Subst.		Liefert Stickst.	Procentgehalt an Stickstoff		
Nackenband	0,4724	1,3244	0,07950	6,00	16,83	
	0,5084	1,4249	0,08510	5,97	16,74	
Achillessehne	0,3444	1,1669	0,05866	5,03	17,03	
	0,4849	1,6432	0,08286	5,04	17,09	

Dass der Stickstoffgehalt des Nackenbandes und der Achillessehne nur darum ein so hoher ist, weil das Gewebe derselben wasserarm ist, geht aus den vorstehenden Zahlen auf's Deutlichste hervor. Denn bei Zugrundelegung des von uns gefundenen mittleren Wassergehaltes im Fleisch von 76,2 Proc. reducirt sich der Stickstoffgehalt des Nackenbandes auf 3,1, der der Achillessehne auf 3,7 Proc. Im Bindegewebe des Muskels aber haben wir es nicht mit so wasserarmen Geweben, sondern mit Geweben von hohem Wassergehalt zu thun. Es muss daher unter allen Umständen als un-

1) a. a. O.

zulässig bezeichnet werden, wenn man das Bindegewebe der Muskelsubstanz mit dem ligamentum nuchae und der Achillessehne vergleicht.

Wenn nun auch die Stickstoffgrösse in dem wasserhaltigen, nicht extrahirten Fleisch nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen ist, so wird man doch nicht, wie Schenk meint, nöthig haben, auf jede einigermaassen genaue Zahl für den Stickstoffgehalt des Fleisches zu verzichten, wenn dasselbe nur zu allen Versuchen mit der nöthigen Sorgfalt ausgelesen wird. Denn selbst wenn die Schwankungen sich beim Fleisch verschiedener Thierarten zwischen 3,0 und 3,6 Proc. bewegen, wie unsere Tabelle II angiebt, wird man bei Annahme der Voit'schen Zahl 3,4 nur um 0,4 Proc. zu hoch oder um 0,2 Proc. zu niedrig greifen können. Weit kleiner sind aber die Differenzen, wenn man es ausschliesslich mit Rindfleisch zu thun hat, wie bei den Fütterungsversuchen mit Hunden.

Eine andere Frage ist es, ob es nicht zweckmässig sei, statt in allen Fällen bei Untersuchungen über den Stoffwechsel die Zahl 3,4 den Stickstoffprocenten zu Grunde zu legen, dieselbe je nach der Fleischart, mit der man es im einzelnen Falle zu thun hat, zu modificiren. Für diesen Fall wäre allerdings, ehe man sich für eine andere Mittelzahl entschiede, noch eine weit grössere Anzahl von Bestimmungen erforderlich, als bis jetzt vorliegen. So lange dieses nicht der Fall ist, wird es rathsam sein, sich der Voit'schen Zahl 3,4 für frisches, fettfreies Fleisch zu bedienen, oder nach Henneberg's Vorgang das wasser- und fettfrei gedachte Fleisch als in seiner Zusammensetzung mit der Eiweisssubstanz identisch zu betrachten und für diese einen Stickstoffgehalt von 16 Proc. anzunehmen. Die Fehler, welche hiedurch herbeigeführt werden, sind jedenfalls geringer als die, welche durch im Käfig umherspritzenden Harn verursacht werden.

Agrikulturchemische Versuchsstation Halle a/S. im März 1871.

Ueber den Einfluss von kalk- oder phosphorsäurearmer Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen.

Von

Dr. H. Weiske,

Dirigent der Versuchsstation Proskau.

Die verschiedenen Analysen rachitischer und osteomalacischer Knochen haben mit wenig Ausnahmen[1]) als Resultat ergeben, dass der Gehalt an Mineralsubstanz bei derartig erkrankten Knochen im Vergleich mit gesunden bedeutend geringer ist. Diese Thatsache führte zu der zum Theil noch jetzt vertretenen Ansicht, dass die beiden oben genannten Knochenkrankheiten durch Mangel an Phosphorsäure und Kalk in der Nahrung verursacht würden, demnach auch durch Vervollkommnung der Nahrung wieder aufgehoben werden könnten. Versuche, welche in dieser Richtung von Boussingault, Chossat, Milne Edwards, Schütz u. A. angestellt wurden, führten zu verschiedenen, theilweise widersprechenden Resultaten.

Zur weiteren Beurtheilung des Einflusses von Kalk- oder Phosphorsäure-Mangel in der Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen wurde von mir auf hiesiger Versuchsstation folgender Versuch angestellt.

Drei Ziegen von normaler, gleichmässiger Beschaffenheit im Alter von 6 bis 7 Jahren dienten als Versuchsthiere, und zwar sollte Nr. 1 normales Futter, bestehend aus Heu und Kleie, Nr. 2 Futter ohne Kalk und Nr. 3 Futter ohne Phosphorsäure erhalten. Die Thiere befanden sich von einander getrennt, ohne Streu in dem

---

1) Hoffmann konnte z. B. in derartig erkrankten Knochen keine Verminderung der anorganischen Bestandtheile, sondern nur eine Vermehrung des Stickstoff- und des Fettgehaltes auffinden. (J. pr. Chem. CI, 129.)

neben dem Laboratorium gelegenen und mit cementirtem Boden versehenen Versuchsstall. Ihre Fütterung wurde von dem Assistenten der Station E. Wild und mir auf das Sorgfältigste überwacht.

Zur Herstellung des nöthigen kalk- oder phosphorsäurefreien Futters wurde eine grössere Menge Häcksel zuerst mit verdünnter Salzsäure, sodann mit destillirtem Wasser erschöpfend ausgezogen, und von demselben jedem der beiden Versuchsthiere täglich 1 Pfd. im trockenen Zustande gegeben. Ausserdem erhielten Nr. 2 u. Nr. 3 pro Tag $^1/_8$ Pfd. Casein, $^1/_8$ Pfd. Zucker, $^1/_2$ Pfd. Stärke und etwas Kochsalz, mit lauwarmem destillirten Wasser zu einer dünnen Suppe angerührt, in zwei Mahlzeiten verabreicht. Zu dieser Suppe wurde bei Nr. 2 pro Tag 12 Grm. phosphorsaures Natron, bei Nr. 3 20 Grm. reine Schlämmkreide hinzugefügt. [1])

Zur Bestimmung des in den einzelnen Futterstoffen etwa noch vorhandenen Kalkes oder der Phosphorsäure wurde von jedem derselben eine genügende Menge eingeäschert und in der Asche der Kalk mittelst Oxalsäure, die Phosphorsäure mittelst Molybdänlösung ausgefällt und bestimmt. Es ergab sich für:

Stärke . .	—	Proc.	Phosphorsäure und	0,028	Proc.	Kalk
Stroh . . .	0,060	„	„ „	0,060	„	„
Zucker . .	—	„	„ „	0,016	„	„
Caseïn . .	1,520	„	„ „	0,401	„	„

Die Zusammensetzung des mit Salzsäure ausgezogenen Häcksels war auf wasserfreie Substanz berechnet folgende:

Proteïn	3,31	Proc.
Fett	1,51	„
Rohfaser	46,75	„
N freie Nährstoffe . .	45,86	„
Asche	2,57	„
	100,00.	

Während Nr. 3 ihr Futter mit sichtlichem Behagen verzehrte, war Nr. 2 nicht zu bewegen, dasselbe zu sich zu nehmen. Nachdem das Thier 9 Tage lang dieses Futter bis auf ganz geringe Mengen hartnäckig verweigert hatte, musste von einem weiteren Versuch mit ihm abgesehen werden.

---

1) Von dieser Schlämmkreide blieb immer ein nicht unbeträchtlicher Theil als Bodensatz in dem Gefässe zurück.

Ziege Nr. 3 verzehrte ihr Futter anfangs vollständig, allmälig schien ihr dasselbe jedoch weniger zu behagen und gegen Ende des Versuches liess sie meist einen kleinen Rest der Tagesration übrig. Trotzdem zeigte das Thier während des ganzen Versuches keine Krankheitserscheinungen, nur war es zuletzt augenscheinlich matter geworden.

Nach 42-tägiger Fütterung wurden die beiden Thiere Nr. 1 und 3 behufs Untersuchung ihrer Knochen geschlachtet. Während dieser 42 Tage hatte Nr. 3 folgendes Futter erhalten und mit Ausnahme geringer Rückstände gefressen.

42	Pfd.	Stroh,	enthaltend	12,6	Grm. Phosphorsäure
5¼	„	Caseïn	„	39,9	„ „
5¼	„	Zucker	„	—	„ „
21	„	Stärke	„	—	„ „

Im Ganzen waren demnach während der Versuchs-Periode von dem Thiere 52,5 Grm. Phosphorsäure oder 1,25 Grm. pro Tag genossen worden, eine im Vergleich mit dem normalen Futter jedenfalls sehr geringe Menge, da das Thier schon bei reiner Heufütterung etwa das 6-fache Quantum zu sich genommen haben würde.

Zur Analyse wurden die präparirten Knochen der beiden Vorderbeine (ossa metacarpi s. u. d.) von Nr. 1 u. Nr. 3 verwendet und zunächst von denselben das specifische Gewicht bestimmt. Hierauf wurde jeder derselben unter Vermeidung von Verlusten mehrmals zersägt und zur Bestimmung des Gesammtfettes erschöpfend mit Aether extrahirt. Die fettfreien Stücke jedes einzelnen Knochens wurden schliesslich fein zermahlen und von dieser Substanz eine Aschenbestimmung und Aschenanalyse ausgeführt. Als Mittel zweier gut übereinstimmender Analysen ergab sich für die wasser- und fettfreien Knochen folgende Zusammensetzung:

	Nr. 1. (ossa metacarpi d.)	Nr. 3. (ossa metacarpi d.)
Organ. Substanz	34,45 Proc.	34,60 Proc.
Unorgan. „	65,55 „	65,40 „
Kalk	35,21 „	35,72 „
Magnesia	0,83 „	0,86 „
Phosphorsäure	26,73 „	27,10 „

Die Gesammtmenge des im ursprünglichen Knochen enthaltenen Fettes betrug bei:

Nr. 1. (ossa metacarpi d.)	Nr. 3. (ossa metacarpi d.)
20,30 Proc.	21,09 Proc.

Das spec. Gewicht war bei:

Nr. 1. (ossa metacarpi d.) 1,5322	Nr. 3. (ossa metacarpi d.) 1,5403
(„ „ s.) 1,5319	(„ „ s.) 1,5345

Das absolute Gewicht betrug bei:

Nr. 1. (ossa metacarpi d.) 23,335 Grm.	Nr. 3 (ossa metacarpi d.) 23,045 Grm.
(„ „ s.) 23,250 „	(„ „ s.) 23,335 „

Ein bemerkbarer Unterschied hatte sich demnach zwischen den Knochen der beiden auf verschiedene Weise ernährten Thiere nicht herausgestellt; es waren die Knochen der 42 Tage lang mit phosphorsäurearmem aber kalkreichem Futter ernährten Ziege weder wesentlich ärmer an Mineralsubstanz oder Phosphorsäure, noch reicher an Kalk geworden.

Um zum Vergleich mit der im Laufe des 42tägigen Versuches aufgenommenen Phosphorsäuremenge einen ungefähren Anhalt über die während derselben Zeit ausgeschiedene Phosphorsäurequantität zu erhalten, wurden an den letzten drei Versuchstagen täglich Harn, Faeces und Milch des Thieres quantitativ gesammelt und in jedem derselben der Phosphorsäuregehalt bestimmt. Da die Ziege anfangs mehr gefressen hatte, als zuletzt und dem entsprechend auch die Menge des Harns, der Faeces und der Milch von Tag zu Tag mehr abgenommen hatte, so dürfte es wohl gerechtfertigt sein, die Gesammtmenge der ausgeschiedenen Phosphorsäure aus dem Durchschnittsergebniss der letzten drei Tage als Minimalbetrag zu berechnen.

Die Ziege hatte in den drei letzten Tagen folgende Mengen Harn entleert:

d. 9. Nov. 1250 Cc. — spec. Gew. 1,0146
„ 10. „ 1975 „ „ „ 1,0118
„ 11. „ 1525 „ „ „ 1,0106

also durchschnittlich pro Tag: 1583 Cc., demnach in 42 Tagen: 66486 Cc.

100 Cc. dieses Harns enthielten: 0,9222 Grm. Asche
0,00480 „ Kalk
0,00399 „ Phosphorsäure.

66486 Cc. enthielten demnach: 3,19 Grm. Kalk und 2,65 Grm. Phosphorsäure.

Die in den letzten drei Tagen entleerten Faecesmengen betrugen im wasserfreien Zustande:

d. 9. Nov.	125,1	Grm.
„ 10. „	115,5	„
„ 11. „	156,2	„

also durchschnittlich pro Tag: 132,3 Grm., demnach in 42 Tagen: 5556,6 Grm.

100 Grm. dieser Faeces enthielten:	15,48	Grm.	Asche
	6,888	„	Kalk
	1,020	„	Phosphorsäure.

5556,6 Grm. enthielten demnach: 382,7 Grm. Kalk und 56,7 Grm. Phosphorsäure.

Durch den ganzen Versuch hindurch wurde das Thier täglich Früh und Abends gemolken. Während dasselbe anfangs circa 1/2 Quart Milch pro Tag gegeben hatte, sank der Milchertrag nach Verabreichung des oben beschriebenen Futters sehr bald um ein Bedeutendes und betrug in den letzten fünf Tagen durchschnittlich nur noch 35 Cc.

Bei Beginn des Versuches enthielten:				In den letzten 5 Tagen des Versuches enthielten:			
100 Cc. Milch:	12,2	Grm.	Trockensubst.	100 Cc. Milch:	11,7	Grm.	Trockensubst.
	0,976	„	Asche		0,552	„	Asche
	0,2187	„	Kalk		0,1917	„	Kalk
	0,3106	„	Phosphorsäure		0,2178	„	Phosphors.

Berechnet man zur besseren Uebersicht die Milch beidemal auf gleichen Trockensubstanzgehalt, so ergeben sich folgende Zahlen:

Anfangs:				Zu Ende:			
100 Cc. Milch =	12	Grm.	Trockensubst.	100 Cc. Milch =	12	Grm.	Trockensubst.
	0,960	„	Asche		0,566	„	Asche
	0,2151	„	Kalk		0,1966	„	Kalk
	0,3055	„	Phosphors.		0,2234	„	Phosphors.

Während also der Kalkgehalt fast gleich geblieben war, hatte die Menge der Asche und Phosphorsäure nicht unwesentlich abgenommen. Nimmt man nun als Minimum 35 Cc. Milch mit 0,2234 Proc. Phosphorsäure als täglichen Durchschnittsertrag für die ganze Versuchszeit an, so hätte die Ziege 1470 Cc. Milch mit 3,28 Grm. Phosphorsäure ausgeschieden.

Nach obiger Berechnung hätte die Ziege also folgende Phosphorsäure ausgeschieden:

im Harn	2,65	Grm.
in den Faeces	56,70	„
in der Milch	3,28	„
im Ganzen demnach	62,63	Grm.

Dagegen waren von dem Thiere nur 52,5 Grm. Phosphorsäure aufgenommen worden; es wurden also die Ausgaben nicht durch die Einnahmen gedeckt. Da trotz dieses Mangels keine Aenderung in der Zusammensetzung der Knochen eingetreten war, so ist wohl anzunehmen, dass andere feste oder flüssige Bestandtheile des Organismus das Defecit gedeckt haben.

Es dürfte aus diesem Versuche hervorgehen, dass die Verabreichung eines phosphorsäurearmen Futters längere Zeit ohne Einfluss auf die Zusammensetzung der Knochen einer ausgewachsenen Ziege bleibt und die Knochenbrüchigkeit nicht so schnell hervorruft, als oft angenommen wird. Dagegen zeigte das ganze Verhalten des Thieres am Ende des Versuches ein Schwinden der Kräfte, so dass unzweifelhaft bei fortgesetzter Ernährung mit obigem Futter pathologische Erscheinungen herbeigeführt worden sein würden.

Mittheilung über den Einfluss der Nahrung auf den Hämaglobingehalt des Blutes.

Von

Dr. Victor Subbotin,
Privatdozent in Kiew.

Während meines Aufenthaltes in München im Wintersemester des Jahres 1869—70 schlug mir Prof. Voit vor, Bestimmungen der Gesammtblutmenge bei verschiedenen Ernährungszuständen der Thiere auszuführen. Derselbe war nämlich bei seinen Versuchen über die Ernährung auf die grossen Schwankungen in dem Eiweissumsatze und in dem Eiweissgehalte des Körpers aufmerksam geworden, was sich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht nur in den soliden Organen, sondern auch im flüssigen Blute und den Säften ausdrücken musste. Unter der Annahme der Vermehrung und Verminderung der Blutmenge des Körpers ist es in der That möglich, eine Anzahl von Erscheinungen der Stoffzersetzung zu erklären, wie Prof. Voit an mehreren Stellen seiner Abhandlungen hervorhob.

Die bis jetzt ausgeführten Gesammtblutbestimmungen scheinen zwar für ein und dieselbe Thierart keine sehr bedeutenden Differenzen zu ergeben, immer berechnet man nahezu den gleichen Bruchtheil des Körpergewichtes Blut. Beträgt aber z. B. die Blutmenge bei einem 30 Kilo schweren Thiere $^1/_{13}$ bis $^1/_{14}$ des Körpergewichtes, so können 2300 oder 2140 Grm. Blut vorhanden sein, welche um 7,5 Proc. von einander abweichen und sehr wohl bedeutende Verschiedenheiten in den Umsetzungsprocessen bedingen können. Untersuchungen in dieser Richtung müssen deshalb, wenn sie ein sicheres Resultat ergeben sollen, in sehr grosser Anzahl ausgeführt werden.

Ich habe daher zunächst einem anderen Punkte meine Aufmerksamkeit zugewendet. Eine Veränderung in der Menge des Blutes giebt bei sonst gleichen Verhältnissen, z. B. der Cirkulation der Lungenoberfläche etc., nur dann einen Ausschlag in seiner Thätigkeit, wenn seine Beschaffenheit nicht geändert ist. Diese kann aber bei der gleichen Quantität des Blutes ganz wesentliche Verschiedenheiten zeigen, wie z. B. in der Zahl oder der Leistungsfähigkeit der thätigen Blutkörperchen. Denn auch die Anzahl der Blutkörperchen giebt nicht für alle Fälle einen Maassstab für die Thätigkeit des Blutes, da deren Zusammensetzung möglicherweise eine ungleiche ist; wenigstens giebt Joh. Duncan[1]) an, dass bei der Chlorose nicht die Zahl der Blutkörperchen abgenommen hat, sondern der Gehalt jedes einzelnen an Hämaglobin, was allerdings nicht mit den Zählungen Welcker's übereinstimmt, nach denen bei gesunden Weibern in 1 cub. m. m. Blut 4,5 Mill. Blutkörperchen sich finden, bei chlorotischen dagegen nur 3,0 Mill.

Diese für die Erklärung der Zersetzungen im normalen und kranken Organismus so bedeutungsvollen Dinge sind noch sehr wenig untersucht. Ich habe, um einige Anhaltspunkte für weitere Forschungen in dieser Richtung zu gewinnen, den procentigen Hämaglobingehalt des Blutes unter verschiedenen Ernährungszuständen in dem Laboratorium von Prof. Voit untersucht und in der That die grössten Verschiedenheiten gefunden. Ich muss dabei natürlich unentschieden lassen, ob diese von einer Differenz in der Zahl der Blutkörperchen oder einer solchen in dem Hämaglobingehalte des einzelnen Blutkörperchens herrühren.

Die Bestimmung des Hämaglobingehaltes geschah nach der von Preyer[2]) angegebenen Methode mittelst des Spektralapparates; die Bestimmungen der Gesammtblutmenge nach Welcker. Ich stelle zunächst meine Beobachtungen in einer Tabelle zusammen, um dann einige Schlussfolgerungen daran zu knüpfen. Die mit * bezeichneten Versuche sind von Herrn Dr. Jos. Forster, damal. Assistenten an dem physiologischen Institut zu München, nach meiner

1) Duncan, Sitz.-Ber. d. k. k. Acad. zu Wien, math.-naturw. Cl. Bd. 55. 2. Abth. 1867. S. 516. 4. April.

2) Preyer, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 140. S. 188.

Abreise von dort mit den von mir benutzten Apparaten ausgeführt und mir gütigst zur Verfügung gestellt worden.

Nr.	Thier	Gewicht des Thieres in Kilo	Cc. Blut zur Bestimmung verwendet	Cc. Wasser zur Verdünnung gebraucht	Hämaglobin im Blute in %	Gesammt-blutmenge in Grmm.	Auf 100 Körper-gewicht treffen Blut	Auf 100 Körper-gewicht treffen Hämaglobin
1	Taube, mit Körnern gefütt.	—	0,42	5,85	12,56	—	—	—
2	Taube, mit Körnern gefütt.	—	0,49	6,15	11,52	—	—	—
* 3	Taube, 26 Tage mit Eidotter gefüttert und sehr fett	0,294	0,90	10,70	10,95	—	—	—
* 4	Taube, 30 Tage mit Eidotter gefütt., noch fetter als Nr. 3	0,275	0,96	7,30	7,31	—	—	—
5	Kaninchen, 15 Tage mit Heu gefüttert; täglich 12 Grm. trocken resorbirt. . . .	—	0,85	6,35	7,10	—	—	—
6	Kaninchen, 50 Tage mit Kartoffeln gefüttert	—	0,51 } 0,68 }	4,10 } 5,15 }	7,64 } 7,40 }	—	—	—
7	Kaninchen, mit Rüben und Kohl gefüttert	—	0,715	6,15	8,16	—	—	—
8	Kaninchen, gemischte Pflanzenkost	1,321	0,79	7,34	8,75	52,2	3,95	0,346
9	Kaninchen, gemischte Pflanzenkost	1,469	0,61	5,77	8,85	—	—	—
10	Kaninchen, das vorige, nach 14tägigem Hunger . . .	1,070	0,56	5,50	9,50	39,2	3,66	0,348
11	Kaninchen, 52 Tage mit Brod gefüttert	—	0,57	5,44	8,97	—	—	—
*12	Ochse, 7 J. alt, fleischreich	—	0,53	7,00	12,10	—	—	—
*13	Kalb	—	0,74 } 0,82 }	6,50 } 7,40 }	8,32 } 8,52 }	—	—	—
*14	Kalb	—	0,70	6,50	8,74	—	—	—
*15	Kalb	—	0,74	7,20	9,12	—	—	—
*16	Kalb	—	0,77	7,40	9,02	—	—	—
*17	Kalb	—	0,83	8,20	9,25	—	—	—
18	Hund, mit Fett und Stärkmehl gefüttert, 26. Tag .	—	0,575	7,21	11,65	—	—	—
19	Hund, der vorige, 38. Tag	15,900	0,75	7,65	9,52	1136,5	7,15	0,680
20	Hund, mit 200 Fleisch, 250 Stärke u. 100 Fett gefütt., 1. Tag	—	0,611	9,55	13,80	—	—	—
21	Hund, der vorige, 28. Tag	22,600	0,535	8,45	12,96	—	—	
22	Hund, 1. Hungertag . .	9,500	0,535	8,21	13,80	—	—	—
23	Hund, d. vor., 38. Hungertag	4,980	—	—	13,33	265,2	5,32	0,710

№	Thier	Gewicht des Thieres in Kilo	Cc. Blut zur Bestimmung verwendet	Cc. Wasser zur Verdünnung gebraucht	Hämaglobin im Blute in %	Gesammtblutmengen in Grmm.	Auf 100 Körpergewicht treffen Blut	Auf 100 Körpergewicht treffen Hämaglobin
24	Hund, alt u. sehr fett, 28. Hungertag	31,650	0,60	7,31	12,04	2235,7	7,07	0,872
25	Hund, Pudel, gut genährt	—	0,566	7,53	13,72	—	—	—
26	Hund, 15 Tage mit Fleisch gefüttert (nach der Eisenbestimmung)	—	—	—	13,80	—	—	—
27	Hund, 20 Tage mit Brod gefüttert	—	—	—	9,37	—	—	—
28	Hund, 36 Tage mit Brod gefüttert	7,920	0,70	7,80	10,32	647,1	8,30	0,843
29	Hund, alt und sehr wohl genährt	6,680	0,62	7,60	11,27	455,0	6,81	0,767
30	Hund, klein u. ziemlich fett	3,477	0,631	9,21	13,26	191,7	5,51	0,731
31	Hund, 4 Wochen alt, noch saugend	2,207	1,27	4,00	3,53	108,8	4,93	0,174
32	Hund, 4 Wochen alt, noch saugend	2,103	1,39	3,90	3,31	—	—	—
33	Mensch, diabetisch. Mädchen	—	—	—	11,37	—	—	—
34	Mensch, diabetisch. Mädchen	—	—	—	10,90	—	—	—
35	Mensch, anämisch	—	—	—	5,01	—	—	—
36	Mensch, chlorotisch	—	—	—	4,63	—	—	—

Dass in dem Gehalte des Blutes an Hämaglobin nicht unbeträchtliche Schwankungen vorkommen, ist schon länger bekannt, jedoch wusste man sie nur in wenigen Fällen auf eine bestimmte Ursache zurückzuführen. Aus den Bestimmungen von Preyer, dem es mehr darum zu thun war, seine Methode zu prüfen, als sie weiter anzuwenden, geht hervor, dass das Blut verschiedener Thierarten verschiedene Mengen von Hämaglobin enthält; er fand:

	Hämaglobin in %
Hund	13,29
Hammel, feist	11,22
Ochse	13,65
Kalb, 10 Tage alt	10,42
Schwein, 8 Monate alt	14,36
Ratte	8,85
Hahn, jung	9,33
Ente, jung	9,29.

Fudakowski[1]) ermittelte durch Vergleich des verdünnten venösen Hundeblutes mit einer reinen Hämaglobinlösung von bekanntem Gehalte mehr Hämaglobin als Preyer, nämlich 16,55 bis 17,40 Proc. Ebenso P. Hering[2]), welcher bei 4 Hunden im Mittel 16,21 Proc. (15,76 – 17,35) und bei 12 Katzen im Mittel 11,28 Proc. (9 — 14) angab. Preyer berechnete auch aus dem Eisengehalte des Blutes, der von den verschiedensten Autoren bestimmt worden war, die Hämaglobinmenge mit folgendem Resultate:

Individuum	Hämaglobin im Mittel in Proc.	Schwankung	Mill. Blutkörperchen in 1 cub. mm.	Volum der Blutkörperch. in 100 Volum Blut
Mensch	13,16	11,66—15,00	5,00	36
Hund	13,87	9,85—13,88	4,98	—
Katze	10,17	—	—	—
Rind	12,27	11,43—13,02	5,07	—
Hammel	11,18	—	—	—
Hammel, krank . . .	5,63	—	—	—
Ziege	7,82	—	9,72	20
Pferd	11,62	—	—	—
Schwein	13,37	12,05—14,17	5,44	—
Huhn	10,62	8,50—12,75	3,86	—
Truthahn	8,47	7,93—9,47	—	—
Ente	8,15	8,14—8,17	—	—
Gans	9,77	8,52—13,53	—	—
Frosch	10,12	—	0,42	26

Ich habe der Hämaglobinmenge die von Welcker in 1 cub. m. m. Blut gefundene Zahl und das Volum der Blutkörperchen beigefügt, da sich daraus einige nicht uninteressante Beziehungen ergeben. Die Ziege hat viel mehr Blutkörperchen als der Mensch; da dieselben aber ansehnlich kleiner sind, so macht ihr Gesammtvolum in 100 Volumen Blut weniger aus als beim Menschen; entsprechend dem Volum ist auch der Hämaglobingehalt geringer. Der Frosch hat 12 mal weniger Blutkörperchen als der Mensch;

1) Fudakowski, Centralblatt f. d. medic. Wissensch. 1866. S. 705.

2) P. Hering, einige Untersuch. über die Zusammensetzung der Blutgase während der Apnoe. Dorpat 1867.

nichtsdestoweniger ist, der Grösse der Froschblutkörperchen halber, ihr Gesammtvolum und auch in demselben Maasse die Hämaglobinmenge geringer. Was sich für die Thätigkeit des Blutes ergiebt, je nachdem dieselbe Hämaglobinmenge in mehr oder weniger Blutkörperchen vertheilt ist, müssen Absorptionsversuche mit Sauerstoff entscheiden.

Nach 2 Eisenbestimmungen, welche Verdeil[1]) im Blute von Hunden ausgeführt hat, fanden sich nach 18tägiger Fütterung mit Fleisch 12,75 Proc. Eisen in der Asche, nach 20tägiger Fütterung mit Brod dagegen nur 8,65 Proc.

Aus meinen Beobachtungen geht, ähnlich wie aus den Berechnungen von Preyer, hervor, dass im Allgemeinen die Pflanzenfresser einen geringeren Gehalt an Hämaglobin im Blute besitzen als die Fleischfresser, was sich nach späteren Angaben wohl aus der Art der Nahrung erklären lässt. Das Kaninchenblut enthält im Mittel aus 7 Versuchen 8,41 Proc. Hämaglobin, das Blut des gut genährten Hundes 13,80 Proc.; auch die Gesammtmenge des Blutes ist, auf gleiches Körpergewicht berechnet, bei ersteren kleiner.

Das Blut ausgewachsener Thiere ist bedeutend reicher an Hämaglobin als das junger. Das Blut des Ochsen gab 12,10 Proc., das des jungen Kalbes im Mittel nur 8,91 Proc. Ausserordentlich auffallend ist die geringe Hämaglobinmenge des Blutes der vierwöchentlichen, noch saugenden Hündchen gegenüber der des älteren Thieres; in ersteren befanden sich nur 3,4 Proc. gegenüber den 13,8 Proc. des letzteren. Das Blut des jungen Thieres enthielt nur 9,54 Proc. Wasser, das eines ausgewachsenen bis zu 22,16 Proc. Auf gleiches Körpergewicht berechnet traf beim jungen Hunde weniger Blut. Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass diese Momente von wesentlichem Einflusse sind auf die Zersetzungen und den Ansatz von Substanz (das Wachsthum) im Körper der Thiere.

Krankheiten bedingen häufig eine Abnahme des Hämaglobingehaltes. Ein diabetisches Mädchen enthielt im Mittel 11,13 Proc.,

---

1) Verdeil, Annal. der Chem. u. Pharm. 1849. Bd. 69. S. 89.

während Preyer aus dem Eisengehalte für einen normalen Menschen 13,16 Proc. berechnete. Ganz enorm ist die Verminderung nach grösseren Blutverlusten und bei der Chlorose, wo sie auf 5,01 und 4,63 Proc. herabgeht. Dies stimmt überein mit den Zählungen der Blutkörperchen von Welcker, der normal in 1 c. mm. Blut 5,0 Millionen, bei grosser Consumption nur 2,0 Millionen fand, und ebenso mit den geringeren Sauerstoffmengen des Blutes herabgekommener Thiere nach Nawrocki[1]).

Die starke Abnahme des Hämaglobins bei Krankheiten rührt nicht von dem theilweisen oder gänzlichen Hungerzustande der kranken Organismen her. Der während 38 Tagen hungernde Hund enthielt noch 13,33 Proc. gegenüber den 13,80 Proc. am ersten Hungertage; der hungernde Pflanzenfresser, das Kaninchen, zeigte sogar eine Zunahme des Hämaglobingehaltes, denn ein solches hatte bei gewöhnlicher reichlicher Pflanzennahrung (im Versuch Nr. 9) 8,85 Proc. Hämaglobin, nach 14tägigem Hunger (in Versuch Nr. 10) 9.50 Proc. Nach den Untersuchungen von Voit[2]) ändert sich die Zusammensetzung des Blutes beim Hunger nur wenig; bei einer hungernden Katze trat, trotz der Möglichkeit der Wasseraufnahme, nur eine geringe Eindickung des Blutes ein, statt 19,62 Proc. festen Theilen fanden sich 22,15 Proc.; dasselbe gaben auch Bidder und Schmidt[3]) von ihrer hungernden Katze an. Herr Dr. Fr. Hofmann bestimmte im Blute des Hundes Nr. 23 nach 38tägigem Hunger 23,77 Proc. feste Theile, bei dem wohl genährten Thiere Nr. 29 22,16 Proc. Daher kommt es, dass auch der Procentgehalt an Hämaglobin nur eine minimale Verschiedenheit zeigt. Diese Beobachtungen stimmen mit den früheren Angaben, die von Nasse[4]) und von Collard de Martigny über die Menge des Cruors im Blute hungernder Hunde und Kaninchen gemacht worden sind, überein. Nach Nasse bewirkt ein 3—4-tägiger Hunger bei Hunden höchstens eine ganz geringe Verminderung des Cruors; bei einem grossen schon bejahrten Thiere zeigte

1) Nawrocki, Studien d. physiol. Instituts zu Breslau, 1863. Hft. 2. S. 163.
2) Voit, diese Zeitschr. 1866. Bd. 2. S. 354.
3) Bidder u. Schmidt, die Verdauungssäfte etc. S. 328.
4) Nasse, über den Einfluss der Nahrung auf das Blut. Marburg 1850.

sich sogar eine merkliche Erhöhung des Blutkörperchengehaltes, ebenso bei einem andern Hund nach 9tägigem Hunger. Eine ähnliche Vermehrung des Cruors fand Collard de Martigny bei Hunden und Kaninchen. Die kleine Vermehrung des Hämaglobins beim Hunger kann von einer Abgabe von Wasser aus dem Blute oder, wie noch später erörtert werden wird, beim Pflanzenfresser von dem Wegfall der an stickstofffreien Stoffen so reichen Nahrung, beim Fleischfresser mehr von der Abnahme des Fettes am Körper herrühren. Auch die Relation der Gesammtblutmenge zum Körpergewicht wird, den Bestimmungen von Heidenhain, Panum und Voit zufolge, beim Hunger nicht wesentlich geändert; es nehmen eben dabei die einzelnen Organe ziemlich gleichmässig ab und in den meisten Fällen geht aus ihnen nur so viel Wasser fort, als die zersetzten Organe enthalten hatten.

Ganz anders als beim Hunger verhält sich die Hämaglobinmenge bei ungenügender Ernährung, wobei der Körper und auch das Blut wässeriger wird, wie es Bischoff und Voit für die Fütterung der Fleischfresser mit Brod erwiesen haben.

Aus meinen Versuchen geht hervor, dass die Art der Ernährung von grossem Einflusse auf den Gehalt des Blutes an Hämaglobin ist.

Dies erweisen schon die Versuche Nr. 5—11 am Kaninchen. Das mit Heu gefütterte Kaninchen, welches während 15 Tagen täglich 50 Grm. trockene Substanz verzehrte und 11,8 Grm. davon im Darmkanal resorbirte, hatte die kleinste Menge von Hämaglobin; es war etwas mehr vorhanden bei Darreichung von Kartoffeln oder Rüben mit Kohl, am meisten bei Fütterung mit Brod, welches in der trockenen Substanz mehr Stickstoff einschliesst als die anderen genannten Nahrungsmittel. Es stieg demnach hier der Hämaglobingehalt des Blutes mit dem Eiweissgehalt der Nahrung.

Noch deutlicher tritt jedoch dieser Einfluss hervor bei dem Hunde. Mit Fleisch oder eiweissreicher Kost ernährt, wie in den Versuchen Nr. 20, 22, 25 und 26, beträgt die Hämaglobinmenge im Mittel 13,73 Proc. Auch Nasse giebt an, dass der Gehalt an Blutkörperchen nach Darreichung grösserer Quantitäten von Fleisch vermehrt sei.

Bei ausschliesslicher Fütterung mit stickstofffreien Substanzen, Fett und Stärkemehl, war am 26. Tage das Hämaglobin auf 11,65 Proc. gesunken, am 38. Tage auf 9,52 Proc., während es am 38. Hungertage noch 13,33 Proc. betrug; als ein Hund während 28 Tagen nur 200 Fleisch mit 250 Stärke und 100 Fett verzehrte, war es von 13,80 Proc. auf 12,96 Proc. herabgegangen. Ein mit Brod gefütterter Hund hatte einen Hämaglobingehalt von nur 9,37 Proc., ein anderer von 10,32 Proc., was mit der vorher angegebenen Bestimmung von Verdeil übereinstimmt. Ein alter, sehr wohl genährter und fetter Hund ergab einen Gehalt von 11,27 Proc. Das Blut des alten und am 28. Hungertage noch sehr fetten Hundes Nr. 24 enthielt 12,04 Proc. Hämaglobin, also weniger als der fettarme hungernde Hund Nr. 23 und mehr als der mit viel stickstofffreien Stoffen gefütterte Hund Nr. 29. Die beiden mit Körnern ernährten Tauben hatten 11,52—12,56 Proc. Hämaglobin im Blute, die zwei anderen mit dem fetten Eidotter ernährten nur 7,31 bis 10,95 Proc.

Daraus geht hervor, dass eine eiweissarme Kost, wie z. B. Brod, oder viel stickstofffreie Stoffe oder eine Ansammlung von Fett im Körper die Hämaglobinmenge herabdrückt. Dies ist wohl auch der Grund, warum das Blut der Pflanzenfresser meist weniger Hämaglobin enthält. Die Schwankungen, welche die früheren Beobachter fanden, lassen sich auf eine ungleiche Ernährung zurückführen und es ist wahrscheinlich, dass das Blut des Ochsen deshalb nahezu eine so hohe Ziffer aufweist wie das eines Fleischfressers, weil die Schlachtochsen meist vor dem Schlachten getrieben worden sind und hungerten. Sie zehren dann wie unser hungerndes Kaninchen von ihrem eigenen Leibe und gerathen somit unter die nämlichen Verhältnisse wie ein fleischfressendes Thier. Der alte Hund von Nasse zeigte beim Hunger möglicherweise wegen der Abnahme des am Körper abgelagerten Fettes einen grösseren Reichthum an Blutkörperchen.

Dieser merkwürdige Einfluss des Fettes und der Kohlehydrate auf den procentigen Gehalt des Blutes an Hämaglobin steht in Zusammenhang mit einer Erscheinung, welche Pettenkofer und

Voit[1]) bei ihren Respirationsversuchen am Hunde wahrgenommen haben. Bei der ausschliesslichen Fütterung mit Fett war die Sauerstoffaufnahme des Thieres beträchtlich geringer als bei völligem Hunger. Die Verfasser bemerkten dabei: „Man hat gesagt, dass das Fett als Respirationsmittel den Sauerstoff für sich in Beschlag nimmt und so dem Eiweiss entzieht. Diese Erklärung ist nicht richtig, denn es wird bei Fettzufuhr nicht mehr Fett als beim Hungern verbrannt, es wird vielmehr bei der Gegenwart des Fettes im Blute oder den Säften direkt weniger Sauerstoff gebunden oder vielleicht zunächst weniger Organeiweiss in cirkulirendes Eiweiss verwandelt und dann in Folge davon weniger Sauerstoff ins Blut aufgenommen. Diese Eigenschaft des Fettes, die Sauerstoffaufnahme herabzusetzen, ist für die Processe der Zersetzung im Thierkörper eine der wichtigsten und kommt namentlich beim Ansatz von Körpersubstanz, von Fleisch und Fett, zur Wirkung.“ Voit[2]) schloss aus seinen Versuchen, dass mit der Menge des cirkulirenden Eiweisses auch die Menge der Blutkörperchen zunimmt; wenn nun nach Voit's Ansicht das Fett das Eiweiss nicht dadurch, dass es selbst verbrennt, vor der Zersetzung schützt, sondern dies vielmehr dadurch geschieht, dass unter seiner Wirkung beim Hunger weniger Organeiweiss in cirkulirendes Eiweiss übergeht oder bei Nahrungsaufnahme weniger Cirkulationseiweiss zerfällt und mehr als Organeiweiss abgelagert wird, so muss unter dem Einfluss des Fettes mit der Abnahme des cirkulirenden Eiweisses die Erzeugung neuer Blutkörperchen abnehmen und damit die procentige Hämaglobinmenge, die Gesammtmenge des Blutes, wie aus dem Versuche Nr. 30 hervorgeht, und die Sauerstoffaufnahme. Voit[3]) hat die gleiche Ansicht auch für die Kohlehydrate ausgesprochen, ebenso später ich selbst in meiner Arbeit zur Physiologie des Fettgewebes[4]); dies wird jetzt bestätiget, da die Kohlehydrate wie das Fett die Hämaglobinmenge im Blute herabdrücken.

1) Pettenkofer und Voit, diese Zeitschrift Bd. 5. S. 389.
2) Voit, diese Zeitschrift Bd. 5. S. 335.
3) Voit, diese Zeitschrift Bd. 5. S. 438.
4) Subbotin, diese Zeitschrift Bd. 6. S. 88. Anmerkung.

Der im Allgemeinen geringere Gehalt des Pflanzenfresserblutes an Hämaglobin gegenüber dem Blute des Fleischfressers und auch die geringere Menge des Gesammtblutes erklärt sich nach dem Vorausgehenden wahrscheinlich aus dem Vorwalten der stickstofffreien Stoffe in der Nahrung. Auf der geringeren Quantität des Hämaglobins im Blute beruht wohl auch zum Theil die grössere Fähigkeit des Pflanzenfressers zum Ansatz von Fett und zur Mästung im Vergleich mit dem Fleischfresser. Die grössere Disposition gewisser Racen lässt sich vielleicht neben anderen Faktoren, z. B. Gesammtblutmenge, Kreislaufsverhältnisse, Lungenoberfläche etc., auf einen ungleichen Gehalt an Hämaglobin im Blute zurückführen.

Ich möchte noch auf einen Punkt aufmerksam machen. Die Gesammtmenge des Blutes bildet bei einer bestimmten Thierart einen gewissen in nicht sehr weiten Grenzen schwankenden Bruchtheil des gesammten Körpers, so dass man für ein bestimmtes Thier wenigstens annähernd aus dem Körpergewicht die Blutmenge zu berechnen vermag. Die Menge des auf die Einheit des Körpergewichtes treffenden Hämaglobins scheint jedoch noch constanter zu sein, denn trotz der sehr verschiedenen Umstände, ungleichem Körpergewicht, ungleicher Gesammtblutmenge, ungleichem procentigen Hämaglobingehalt trafen auf gleiches Körpergewicht berechnet für eine bestimmte Thierart doch annährend gleiche Hämaglobinquantitäten. 100 Grm. Körpergewicht enthielten nämlich an Hämaglobin in Gramm:

1)	Kaninchen bei ausreichender Pflanzenkost	0,346	0,347
	Kaninchen nach 14tägigem Hunger	0,348	
2)	Hund von 15,0 Kilo nach 38tägiger Fütterung mit viel stickstofffreien Stoffen	0,680	0,764
	Hund von 4,98 Kilo nach 38tägigem Hunger	0,710	
	Hund von 3,18 Kilo, ziemlich fett	0,731	
	Hund von 6,68 Kilo, alt und sehr wohl genährt	0,767	
	Hund von 7,92 Kilo, 36 Tage mit Brod gefüttert	0,843	
	Hund von 31,65 Kilo, alt und sehr fett, 28. Hungertag	0,852	

Wir sind darnach im Stande, mit ziemlicher Genauigkeit am lebenden Thiere die Blutmenge zu bestimmen. Wenn beim Kaninchen auf 100 Grm. Körpergewicht 0,347 Grm. Hämaglobin und

beim ausgewachsenen Hunde 0,764 Grm. treffen, so brauchen wir nur dem lebenden Thier von bekanntem Gewichte eine Probe Blut zu entziehen und in dieser den Hämaglobingehalt zu bestimmen, um dann mit Hülfe obiger Zahl den Gesammtblutgehalt zu berechnen. In unseren 5 Beispielen am Hunde beträgt die mittlere Abweichung der mit dem Faktor 0,764 berechneten Blutmenge von der wirklichen 7 Proc., die grösste 13 Proc.

Versuche über das Volumen der unter verschiedenen Umständen ausgeathmeten Luft.

Von

Dr. Otto Leichtenstern.

Es ist bekannt, dass der Grad der Thätigkeit des normalen Athemcentralorganes abhängig ist von dem Gaswechsel im Körper; es finden sich je nach dem Grade der Ventilation Schwankungen zwischen Apnoe und der forcirtesten Anstrengung bei der Dyspnoe.

Manche können sich zwar immer noch nicht von der falschen Auffassung befreien, dass die Athemzüge die Verbrennung im Thierkörper bedingten und regulirten, während dieselben doch gerade umgekehrt die Folgeerscheinungen der letzteren sind. Wenn in den Organen aus irgend einer Ursache kein Sauerstoff aus dem Sauerstoffvorrathe weggenommen wird, so wird trotz heftigster willkührlicher Respirationsanstrengung kein neuer Sauerstoff in das Blut eintreten; wenn aber dortselbst vom Sauerstoff in Beschlag genommen wird und Zersetzungsgase entstehen, dann werden dadurch die Athembewegungen angeregt. Dieselben haben nur Ersatz für den ohne sie verbrauchten Sauerstoff zu schaffen und die ohne sie erzeugte Kohlensäure fortzubringen. Wenn wir eine sehr sauerstoffarme Luft einathmen, so wird deshalb nicht weniger im Körper zersetzt, sondern wir ersticken, da nach wie vor der innere Gaswechsel vor sich geht. Bei der Arbeitsleistung, oder der Zufuhr von viel Eiweiss zu den Organen etc. etc. sind die Athemzüge ausgiebiger, weil dabei in den Organen ein lebhafter Gaswechsel stattfindet.

Durch diese Regulation der Thätigkeit des Athemcentralorganes wird der Gasgehalt des Körpers und des Blutes unter normalen Verhältnissen gleichmässig erhalten. Nur bei Ermüdung oder gerin-

gerer Erregbarkeit des Athemcentrums nimmt trotz eines grösseren Kohlensäuregehaltes des Blutes die Arbeit des Centrums nicht zu, sondern ab. Im Allgemeinen steigt und fällt daher das Athemvolumen mit der Menge der im Körper erzeugten Kohlensäure oder des verbrauchten Sauerstoffs. Es wird so lange ventilirt, bis der richtige Gasgehalt im Körper hergestellt ist.

Man darf jedoch das Volumen der Athemluft nicht als einen genauen relativen Maassstab für die Arbeitsleistung des Athemcentralorganes und der Athemmuskeln betrachten, da es nur den erhaltenen Nutzeffekt nach Ueberwindung der Widerstände darstellt. Wenn die der Athmung entgegenstehenden Widerstände wachsen, so wird das Athemvolumen bei gleicher Thätigkeit der Athemorgane kleiner ausfallen und somit das Verhältniss zwischen der Athemgrösse und der dabei in Anwendung kommenden Muskelanstrengung alterirt werden. Steht dem Eintritte der Luft in die Luftwege ein grösseres Hinderniss entgegen, wenn wir den Thorax mit einer Last beschweren oder wenn die Rippenknorpel verknöchert sind, so wird ein grösserer Theil der Muskelkraft dazu verwendet werden, diese Widerstände zu überwinden und geht so für die Ventilationsarbeit verloren. Ist ein Pneumothorax entstanden, so ist bei der nämlichen Anstrengung des Athemcentrums und der Muskeln doch der Erfolg ein kleinerer und es muss zur Erreichung der normalen Athemgrösse die Arbeit wachsen. Bei Ermüdung der Athemmuskeln ist das geathmete Luftvolum kein Maass mehr für die Arbeit des allenfalls noch intakten Centralorganes. Bei Emphysem, wo die Lunge nicht so weit zusammensinkt und in stark ausgedehntem Zustande sich befindet, also die Ventilation sehr beeinträchtigt ist, liefert die äusserste Athemanstrengung doch nur ein kleines Athemvolumen. Beim In- oder Exspirationskrampf ist der Nutzwerth Null und also auch kein Ausdruck für die Arbeit des Athemcentrums und der Athemmuskeln. Bilden sich Kreislaufsstörungen in der Lunge aus oder ist durch irgend eine Ursache der Gasaustausch im Blute vermindert, in Folge deren die Leistung des Centralorganes und somit auch die Thätigkeit der Muskeln wächst, so wird wegen des geänderten Athemrhythmus und der geänderten Widerstände jenes Verhältniss wohl kaum unberührt bleiben.

Das gleiche Luftvolumen kann nämlich auf verschiedene Weise geliefert werden, durch seltenere und tiefe oder durch häufigere und seichtere Athemzüge. Die Thätigkeit der Athemmuskeln ist dabei sicherlich nicht gleich gross, und es wird wohl eine ganz bestimmte Zahl und Tiefe der Züge den höchsten Nutzwerth bei der geringsten Anstrengung liefern, sowie es auch für den Effekt durchaus nicht gleichgültig ist, ob man eine Last öfter auf kleinere oder seltener auf entsprechend grössere Höhen erhebt.

Sobald wir willkührlich die Zahl der Athemzüge vermehren, nimmt die Tiefe derselben ab und umgekehrt. Es wird jedoch in gleicher Zeit bei einer solchen Aenderung in Zahl und Tiefe der Züge nicht stets das nämliche Luftvolumen ausgeathmet, wie man vielleicht denken könnte, sondern bei zahlreicheren und weniger tiefen Athemzügen ein grösseres, da dabei die Ventilation der Lunge eine oberflächlichere ist, und der geringere Gaswechsel zur Athmung eines entsprechend grösseren Luftvolumens und zur grösseren Anstrengung der Athemorgane zwingt. Dagegen ist bei tieferen Athemzügen, wo procentig und auch absolut mehr Kohlensäure ausgeathmet wird, das Athemvolum ein geringeres.[1]) Daraus geht zur Evidenz hervor, dass der Gasgehalt im Körper die Arbeit des

1) Dass selbst bei dem grösseren Volumen der ausgeathmeten Luft bei zahlreicheren Athemzügen und der Willkühr überlassener Tiefe die Kohlensäureausscheidung abnimmt, hat Lossen gezeigt. Einige Forscher, wie z. B. Berg und Liebermeister fanden dies Resultat unbegreiflich; es ist aber leicht erklärlich aus den seichteren Athemzügen und dem geringeren Kohlensäuregehalte der ersten aus der Lunge gestossenen Luftportionen. Der geringeren Kohlensäureausscheidung halber ist es nicht möglich, längere Zeit sehr zahlreiche Athemzüge zu machen; damit stimmt auch vollkommen der von Valentin gefundene geringere Wassergehalt, und die von Krieger angegebene niederere Temperatur der Exspirationsluft bei häufigem Athemholen überein. Es kostet uns Mühe, bei zahlreichen Athemzügen dieselben so tief zu machen, um gleich viel Kohlensäure wie bei selteneren auszutreiben, und wir ziehen es vor, etwas Kohlensäure im Körper sich ansammeln zu lassen, d. h. das Athemorgan ermüdet leichter durch die grössere Arbeit und wird etwas weniger erregbar, und auch die Aufnahme von Sauerstoff und die Abgabe von Kohlensäure wird etwas geringer. Nach Traube (gesammelte Beiträge Bd. II. S. 53) macht ein auf der Höhe der Inspiration eintretender Schmerz zahlreichere Athemzüge, da die tieferen die Schmerzempfindung hervorbringen, so z. B. bei Peritonitis; dennoch kommt es dabei zu Beklemmungen, da durch die grössere Anzahl der Athemzüge die Gase nicht in gehöriger Menge ausgetauscht werden.

Athemcentrums bestimmt, die bis zur Erreichung des Resultates, der gehörigen Lüftung, fortgeht. Wenn das Centralorgan aus irgend einem Grunde bei geringer Zahl der Züge weniger häufig arbeitet, sammelt sich die Kohlensäure an, wodurch die Züge dann um so tiefer werden. Für die Dauer ist daher bei einer festgesetzten Tiefe nur eine bestimmte Zahl möglich; wird die Zahl zu gering, so tritt wegen Kohlensäureansammlung Dyspnoe ein, nimmt die Zahl dagegen über das Maass zu, so wird bei gleicher Kohlensäureerzeugung die Erregung der medulla oblongata aufhören, oder bei Zunahme der Kohlensäurebildung die Ermüdung der Athemorgane eine Grenze setzen.

Ausser dem Gasgehalte des Blutes giebt es noch andere Einflüsse, welche auf die Athembewegungen einwirken; diese ändern häufig nicht wie die Beschaffenheit des Blutes die Athemgrösse, sondern nur den Rhythmus der Athembewegungen.

Auf diese Art ist nach Rosenthal's Entdeckung die Wirkung von Nervenfasern, welche im nervus vagus sich befinden, beständig in der Lunge erregt worden und das Athemcentralorgan zu einer Steigerung der Frequenz zwingen. Nach der Durchschneidung der Vagusstämme am Halse nimmt bekanntlich die Zahl der Athemzüge ab, die Tiefe jedes einzelnen jedoch der Art zu, dass das geathmete Luftvolum (wenigstens bei Kaninchen) sich in der ersten Zeit nicht ändert. Die Vagi wirken nicht erregend auf das Athemcentrum, sonst müsste die Athemgrösse nach der Durchschneidung der Vagi abnehmen; sie bringen auch keine Athembewegung hervor, wenn diese nicht vorhanden ist. Die Athembewegungen werden ausgelöst, wenn der Gaswechsel im respiratorischen Centralorgan beeinträchtiget ist; der Erregung steht nach Rosenthal's Erklärung ein Widerstand in dem Centralorgane entgegen, der erst bei einer gewissen Grösse der Erregung überwunden wird und dadurch eine rhythmische Aktion hervorruft. Dieser Widerstand wird vermindert durch die Einwirkung von Fasern des nervus vagus und vermehrt durch den ramus laryngeus superior, darum sieht man nach der Durchschneidung des Vagus die Zahl der Athemzüge abnehmen und bei seiner Reizung zunehmen bis zur anhaltenden Contraktion des Zwerchfells und der Erschlaffung der

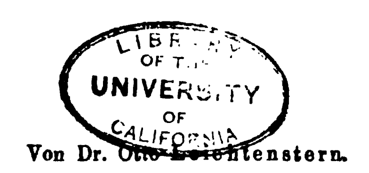
Exspirationsmuskeln, bei Reiz des ramus laryngeus superior dagegen abnehmen bis zur dauernden Zusammenziehung der Exspirationsmuskeln und Erschlaffung des Zwerchfells. Aus der anfangs unveränderten Athemgrösse schliesst Rosenthal, da er das Athemvolum zu der Arbeitsleistung der Athemorgane in einem einfachen und constanten Verhältnisse stehen liess, dass der nervus vagus die Arbeit der Athemorgane nicht ändere, sondern nur anders vertheile. Das Athemvolum ist aber kein sicherer Maassstab für die Arbeit der Athemorgane, und es scheint mir auch die Arbeit der letzteren nach der Durchschneidung der Vagi grösser zu sein, wenigstens kostet es uns viel mehr Mühe, in sparsamen und sehr tiefen Zügen zu athmen. Man könnte sich auch einen anderen Zusammenhang der Erscheinungen denken, als ihn Rosenthal aufgestellt hat, nämlich so, dass die Vertheilung der Thätigkeit auf eine gewisse Zahl von Respirationen hauptsächlich von der Wirkung der Vagusfasern, deren Lungenenden vielleicht je nach dem Gaswechsel mehr oder weniger erregt werden, abhängt, wonach dann nach festgestellter Anzahl der Grad der Lüftung des Centralorganes die Thätigkeit derselben und die zur gehörigen Ventilation nöthige Tiefe vermittelt. Nach der Durchschneidung der Vagi nimmt die Zahl der Athemzüge ab und man muss, wie wenn man willkürlich sparsamer athmet, tiefer athmen, um die normale Ventilation herzustellen; zu dem Zweck muss man, wie bei den Versuchen von Lossen, ohngefähr das gleiche Luftvolum ausathmen, höchstens wegen der ausgiebigeren Lüftung durch die tieferen Athemzüge etwas weniger als normal, wobei jedoch die Athemarbeit eine grössere ist. Sind die Thiere im Stande, durch grössere Tiefe das zu ersetzen, was durch die geringere Zahl verloren geht, so wird also das Athemvolum nur wenig abweichen, wie z. B. bei Kaninchen; bei Tauben ist aber der Abfall in der Zahl nach der Durchschneidung der Vagi nach Rosenthal's Versuchen so gross, dass die Anstrengung, welche nöthig ist, um durch eine grössere Tiefe den Verlust einzubringen, nicht gemacht werden kann; es sinkt daher bei den Tauben gleich nach der Operation die Athemgrösse sehr herab, obwohl sie darnach verhältnissmässig tiefer athmen als Kaninchen, indem bei den ersteren sich die Tiefe

gegen die normale wie 2.5 : 1, bei den letzteren nur wie 1.4 : 1 verhält; man braucht also nicht anzunehmen, dass bei den Vögeln ein beträchtlicher Theil der von dem Centralorgan gelieferten Arbeit normal durch die Vagi ausgelöst wird.

Wären die nervi vagi die einzigen Organe, welche durch eine Aenderung in den Widerständen der Athemcentralorgane die Zahl der Athemzüge ändern, so dürfte nach Durchschneidung derselben bei Verhältnissen, welche Dyspnoe hervorrufen, keine Vermehrung derselben mehr eintreten. Dies ist auch nach Traube[1]) der Fall, nach welchem die Zahl der Athemzüge in Folge eines Athemhindernisses nur dann wächst, wenn der Respirations-Apparat durch die nervi vagi mit der medulla oblongata in Verbindung steht. Nach Rosenthal's Angaben[2]) scheint unter diesen Umständen doch noch eine geringe Vermehrung einzutreten, so dass also noch andere Momente auf die Widerstände von Einfluss sind; vielleicht geht dies von den Hautnerven aus oder von einer direkten Wirkung auf die Beschaffenheit und Erregbarkeit des Athemcentrums z. B. des unvollkommenen Gaswechsels, ähnlich der des Morphiums nach den Angaben von Bezold und Gscheidlen.

Dass von den sensiblen Hautnerven aus auf das Athemcentrum eingewirkt werden kann, ist bekannt. Hautreize ändern den Athemrhythmus. Plötzliche Abkühlung der Haut oder mechanische Reizung gewisser Hautnerven machen nach Falck und Schiff Stillstand der Athembewegungen in der Exspirationsstellung wie Reiz des laryngeus superior, also eine Vergrösserung des Widerstandes. Kratschmer fand, dass durch Reizung der Nasenschleimhaut vom nervus trigeminus aus heftige, andauernde Exspirationen ausgelöst werden, denen dann seichte Inspirationen folgen, auf welche wieder eine länger währende Exspiration kömmt, bis nach und nach die Inspirationen normale Zahl und Tiefe erlangen. Durch Erregung anderer peripherischer Nerven erfolgen ebenfalls tiefe Ausathembewegungen, wie z. B. beim Husten oder Niessen. Beim Goltz'schen Klopfversuche steht neben dem Herzen auch die Athmung

1) Traube, gesammelte Beiträge Bd. I. S. 179.
2) Rosenthal, die Athembewegungen, S. 110 u. 120.



still. Es wird nach Herstellung dieser Veränderungen in der Zahl der Athemzüge die Tiefe durch den Gasgehalt des Blutes regulirt werden.

Nach diesen einleitenden Betrachtungen ist also die Athemgrösse wie der Rhythmus des Athmens von mannigfachen Faktoren abhängig, und es ist von Interesse, dieselbe unter verschiedenen Umständen zu untersuchen und die Resultate zu deuten. Es sind bis jetzt nur sehr wenige Untersuchungen in dieser Richtung gemacht worden, da es schwierig ist, für längere Zeit das Athemvolum zu messen, ohne durch zu grosse Hindernisse, die man dem Athmen entgegensetzt, durch Ermüdung der Athemorgane den Rhythmus und das Volumen zu verändern, dass die neu eingeführte Bedingung ihren vollen Einfluss auszuüben vermag.

Der von Rosenthal zusammengesetzte Apparat ist in dieser Hinsicht jedenfalls der beste der bis jetzt gebrauchten. Die von ihm benützten Müller'schen Wasserventile schalten jedoch nicht unbedeutende Hindernisse ein, ebenso sind die Widerstände am Spirometer wegen der Reibung der Glocke an den Wandungen nicht unbeträchtlich, so dass das Athmen durch eine solche Vorrichtung bei schwächeren Thieren einen anderen Rhythmus annimmt und die Athemmuskeln bald ermüden. Prof. Voit, unter dessen Leitung und Mitwirkung ich die folgenden Versuche ausführte, benützt zu dem angegebenen Zwecke schon seit längerer Zeit eine Vorrichtung, welche diese Hindernisse sehr vermindert.

An die in die Trachea des Thieres eingebundene weite Glaskanüle schliesst sich ein Gabelrohr an, dessen Schenkel mit kleinen in entgegengesetzter Richtung geneigten Quecksilberventilen, dem Ein- und Ausathemventil, in Verbindung stehen, wie sie an dem Versuchstisch des Pettenkofer'schen Athemapparates seit Jahren angewendet werden, und wie sie Herr Dr. Bachl[1]) zu einem anderen Zwecke wie der unsrige schon benützt hat. Diese Ventile lassen sich so fein einstellen, dass der geringste positive und negative Druck schon den Weg frei macht oder versperrt; man kann durch sie das Thier Stunden lang, ohne dass es Beschwerden zeigt,

1) Bachl, diese Zeitschrift 1869. Bd. 5. S. 61.

hindurch athmen lassen. An das eine der Ventile, das Ausathemventil, schliesst sich durch einen kurzen dicken Kautschukschlauch eine Gasuhr an, die dem Athmen so gut wie keinen Widerstand entgegensetzt und jeden Augenblick eine Ablesung erlaubt und es möglich macht, den Versuch ohne Unterbrechung, so lang man will, fortzusetzen.

Mehrere Versuche haben zur Genüge bewiesen, dass ein störender Einfluss dieses Messungsapparates auf den Athemmechanismus sich in keiner Weise zu erkennen giebt; wird die Trachealkanüle mit den Ventilen in Verbindung gesetzt, so geht dies an dem Thiere völlig unmerklich vorüber, es verräth durch keinerlei Unruhe oder durch Aenderung in der Zahl und Art der Athemzüge, dass es nicht mehr frei, sondern durch die Ventile und die Gasuhr athmete.

Es wurde dabei das Athemvolumen nicht auf eine bestimmte Temperatur und einen bestimmten Druck reducirt, da eine Vergleichung der verschiedenen Versuche nicht gemacht wurde; es sollten nur die Volumina während der Dauer eines Versuches an einem Thiere unter einander verglichen werden. Da während dieser Zeit die Temperatur der Gasuhr sich gleich blieb, so lässt sich eine solche Vergleichung ausführen.

I. Athemvolum nach Durchschneidung der nervi vagi.

Rosenthal hat gefunden, dass die Athemgrösse gleich nach der Durchschneidung der nervi vagi nicht wesentlich geändert ist, und von da an langsam abfällt, so zwar, dass 1½ Stunden nachher dieselbe nur mehr die Hälfte der vor der Durchschneidung vorhandenen Grösse beträgt; daraus schloss er, wie gesagt, dass der Grad der Thätigkeit der medulla oblongata, wenigstens bei Säugethieren, von dem Gasgehalte des Blutes bestimmt wird, und die nervi vagi diese Thätigkeit nur anders auf die Zahl und die Tiefe der Züge vertheilen.

Ich habe eine Anzahl von Bestimmungen der Athemgrösse vor und nach Durchschneidung der nervi vagi gemacht, und dabei im Anfange wie Rosenthal keine wesentliche Aenderung derselben gefunden; ich füge die erhaltenen Zahlen bei, da sie der günstigeren Versuchseinrichtung halber noch schlagender sind als die Rosenthals.

1. Versuch. Sehr grosses Kaninchen.

Die beiden nervi vagi waren vor Beginn des Versuchs aufgesucht und in Fadenschlingen gelegt worden; Tracheotomie um 11^h 30′.

	Zeit	Zahl d. Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzuges in c.c.
	1. Febr. 11^h 30′	45	2950	13,1
	" 11 40	42	—	—
	" 11 45	39	2600	13,3
	" 12	38	2550	13,4
	" 12 15	39	2500	12,8
Durchschneid. d. Nerven	" 12 30	27	2650	19,6
	" 12 45	23	2500	21,7
	" 1	23	2500	21,7
	" 1 15	23	2500	21,7
	" 2 30	25	3000	24,0
	" 3	23	3000	26,1
	" 4	24	2800	23,1
	" 6	23	3000	26,1
Thier losgebunden . .	" 6 15	23	3000	26,1
	2. Febr. 10	15	2500	33,3
	" 10 30	14	2500	35,7
	" 1	18	3200	35,5
	" 1 30	18	3050	33,9
	" 6	16	3050	38,1
Thier losgebunden . .	" 6 45	15	2950	39,3
	3. Febr. 10 5	15	550	7,3
	" 10 30	15	500	6,6

Das Thier lebte noch 47 Stunden nach der Durchschneidung der Nerven. Bei den beiden Versuchen am 3. Februar war es hochgradig cyanotisch und dem Verenden nahe.

2. Versuch. Kräftiges Kaninchen.

	Zeit	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Atheingrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzuges in c.c.
Vor der Tracheotomie	10h	43	—	—
Tracheotomie	10 15	47	3250	13,8
	10 45	45	3050	13,5
	11	42	2850	13,6
	11 10	42	2800	13,3
Durchschneid. d. Nerven	11 15	—	—	—
	11 20	33	2850	17,3
	11 30	30	2800	18,7
	12	30	2850	19,0
	12 30	27	2550	18,9
	2	26	2500	19,2
	2 30	26	2550	19,6
	3	26	2500	19,2
	6	24	2050	17,1
	6 30	23	2050	16,4
	7 15	23	1850	16,1

Das Thier ging 21 Stunden nach der Operation zu Grunde.

3. Versuch. Grosses Kaninchen.

	Zeit	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzuges in c.c.
	9h 30	51	4120	16,1
	9 45	48	3450	14,4
	9 55	47	3400	14,5
	10 15	47	3000	12,7
	10 25	47	3050	13,0
Durchschneid. d. Nerven	10 30	—	—	—
	10 35	46	3550	15,2
	10 45	42	3500	16,7
	10 55	40	3050	15,2
	11 15	32	2850	17,8
	11 30	32	3000	18,7
	11 45	30	2500	16,7
	1 30	26	2050	15,8
	1 45	26	2000	15,4
	6	25	1850	14,8

4. Versuch. Sehr grosse Katze.

	Zeit	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzuges in c.c.
	10h 5'	23	12850	37,2
	10 25	24	12900	35,8
Durchschneid. d. Nerven	10 45	—	—	—
	10 50	24	13820	38,4
	11 10	24	12850	35,7
	11 30	23	12550	36,4
	11 50	23	12580	36,5
	12 10	19	12820	45,0
	12 30	19	12150	42,6
	2 15	19	9500	33,3
	3	19	9050	31,7
	6	15	7500	33,3

Aus diesen vier Versuchen geht Folgendes hervor.

Die Zahl der Athemzüge zeigt nach der Durchschneidung der Nerven die bekannte mit der Zeit stets wachsende Abnahme; in den drei Versuchen an den Kaninchen trat sie gleich nach der Operation ein, im vierten Versuche an der Katze wurde sie erst nach 85 Minuten deutlich.

Das Volumen der Athemluft wird in Folge des Eingriffs nicht wesentlich geändert. In der ersten Zeit ist es in allen vier Versuchen etwas grösser als direkt vorher, was wohl auf die Unruhe des Thieres während und unmittelbar nach der Durchschneidung zu schieben ist, wodurch die Tiefe der Züge mehr zunimmt, als die Zahl abnimmt, wenigstens war dies sicher im letzten Versuche bei der Katze der Fall. Rosenthal[1]) meint, dass bei dem längeren Verweilen der Luft in den Lungen der Gaswechsel ein unvollständiger ist, und bei gleicher Thätigkeit des Athemorgans zwar gleich viel Luft aufgenommen, aber weniger Gas gewechselt wird, wodurch dann eine Erregung des Athemcentrums stattfinde. Ich kann mich dieser Erklärung nicht anschliessen, da nach Lossen's

1) Rosenthal, die Athembewegungen. S. 113.

Versuchen bei langsameren Athemzügen wegen der grösseren Tiefe mehr Kohlensäure entfernt, also der Körper besser ventilirt wird.

In 15—20 Minuten nach der Durchschneidung ist die Athemgrösse die gleiche wie vor der Operation; sie könnte, der tieferen Athemzüge halber, selbst kleiner sein als normal, ohne den Gaswechsel zu stören. Obwohl dabei durch die grössere Tiefe genau das eingebracht wird, was durch die geringere Zahl verloren geht, so wird doch von Anfang an den Athemorganen eine grössere Arbeit aufgebürdet, da dem Einathmen der grossen Luftvolumina mit jedem Athemzuge grössere Hindernisse entgegen stehen und dabei mehr Muskeln, auch die Exspirationsmuskeln in Anspruch genommen werden, wodurch bald eine Ermüdung der Athemorgane eintritt.

Die Athemgrösse bleibt dann verschieden lange Zeit auf dieser Höhe; in den drei letzten Versuchen während 30—60 Minuten, und sinkt von da an allmälig herab. Nur im ersten Versuche währte es 30 Stunden, bis die Athemgrösse zu sinken begann, ja sie stieg sogar in dieser Zeit mehrmals über die normale Grösse an. In Rosenthal's Versuchen beträgt die Athemgrösse 1½ Stunden nach der Verletzung nur mehr 50 % der ursprünglichen; dies war in keinem meiner Versuche der Fall, denn im zweiten derselben hatte sie nach 8 Stunden um 34 % abgenommen, im dritten nach 7½ Stunden um 39 %, im vierten nach 7¼ Stunden um 42 %. Offenbar waren bei Rosenthal's Versuchsanordnung die Widerstände für die Athmung grösser, welche rascher eine Ermüdung der Athemmuskeln und des Athemcentrums bedingten.

Das Volumen der mit jedem Athemzuge geathmeten Luft nimmt gleich nach der Durchschneidung zu, wächst allmälig noch weiter und zwar so lange als die Athemgrösse constant bleibt und nimmt dann mit letzterer ab.

Die fortdauernde Abnahme in der Frequenz der Athemzüge nach der Durchschneidung der nervi vagi rührt vielleicht von der Wirkung des vermehrten Blutdruckes auf das Athemcentrum her, wodurch die Widerstände in ihm vermehrt werden. In der ersten Zeit bringen die weniger zahlreichen Athemzüge keinen Ausfall in der Athemgrösse hervor, da durch den geringeren Gaswechsel die Tiefe so viel grösser wird, dass die Lüftung des Körpers die nor-

male bleibt. Allmälig ermüden aber die Athemorgane in Folge der durch den veränderten Rhythmus hervorgerufenen grösseren Anstrengung, vielleicht auch in Folge des grösseren Blutdruckes, und es nimmt dadurch die Tiefe der Athemzüge und die Athemgrösse ab. Die Veränderungen in der Lunge können nicht die Ursache der Abnahme der Athemgrösse sein, da letztere schon nach Ablauf einer Stunde beginnt und in dieser Zeit die Veränderungen in der Lunge noch nicht sichtbar sind, ganz abgesehen davon, dass sie nach Traube's Versuchen bei Abschliessung der Lunge von der Mundhöhle nur in geringem Grade auftreten.

Die Abnahme der Ventilation durch die Ermüdung macht eine Anhäufung von Kohlensäure, die das Athemcentrum anfangs noch zu etwas grösserer Thätigkeit anspornt. Die Tiefe der Züge nimmt dadurch noch zu, während die Zahl schon in unaufhaltsamem Sinken begriffen ist, da die letztere nach der Durchschneidung der nervi vagi keiner wesentlichen Steigerung mehr fähig ist. Bald aber ist dies durch weitere Zunahme der Ermüdung auch nicht mehr möglich und es sinkt die Athemgrösse immer weiter und die Anhäufung der Zersetzungsgase nimmt immer mehr zu, so dass schliesslich unter den Erscheinungen der Dyspnoe der Tod eintritt. Je kräftiger ein Thier ist, desto länger kann es sich dieser Folgen der Ermüdung der Athemorgane erwehren.

Da die Athmung abhängig ist von dem Grade der Lüftung des Körpers, so müssen alle Momente, welche diese Lüftung beeinträchtigen, auch die Art der Athmung ändern. Wenn statt der beiden Lungen plötzlich nur eine einzige funktionirt, so ist die für den Gasaustausch vorhandene Fläche nur halb so gross, und es müssen Störungen eintreten, wenn nicht das Fehlende durch eine grössere Anzahl oder Tiefe der Athemzüge eingebracht wird. Aehnlich ist es, wenn in den Luftwegen ein Hinderniss ist, oder die Quantität des den Wechsel besorgenden Blutes abnimmt. Ich habe über die Wirkung mehrerer solcher Einflüsse auf die Athemgrösse einige Versuchsreihen ausgeführt.

II. Athemvolum nach Anlegung eines einseitigen Pneumothorax.

In einem Zwischenrippenraum der rechten Seite wurde eine Thoraxfistel gemacht und eine stumpfwinklig gebogene Glasröhre,

deren Lumen dem Querdurchmesser der Trachea nahezu gleich kam, mit dem einen Schenkel möglichst luftdicht eingebracht. Bei dem Versuche Nro. 1 wurde nicht nur die durch die Trachealkanüle in die Lunge eintretende Luftmenge bestimmt, sondern auch, unmittelbar nach ersterer Bestimmung, an die Pleurakanüle der Messapparat angesetzt, so dass die bei jeder Inspirationsbewegung durch das Inspirations-Ventil in den Luftraum eingedrungene Luft bei der Exspiration durch das Exspirations-Ventil und die Gasuhr entwich.

1. Versuch. Kleines Kaninchen.

	Zeit	Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Min. in c.c.			Volum eines Athemzugs in c.c.		
			Trachea	Pleura	Trachea und Pleura	Trachea	Pleura	Trachea und Pleura
	h ' 11 20	30	1800	—	—	12,0	—	—
	11 30	28	1900	—	—	13,6	—	—
	11 45	26	1800	—	—	13,9	—	—
	11 55	26	1600	—	—	12,8	—	—
Pneumothorax	12	—	—	—	—	—	—	—
	12 45	29	800	800	1600	5,5	5,5	11,0
	1	29	600	1000	1600	4,1	6,9	11,0
	1 20	28	600	1100	1700	4,3	7,8	12,1
	3	27	500	1500	2000	3,7	11,2	14,9
	3 45	25	400	1500	1900	3,2	11,9	15,1

Abends 6 Uhr ging das Thier zu Grunde. Die Sektion zeigt Folgendes. Die Pleurakanüle befindet sich im dritten rechtsseitigen Interkostalraum; die rechte Lunge liegt als welker comprimirter Lappen an der Wirbelsäule, das Herz mit dem Mediastinum ist nach links verdrängt, und comprimirt zum Theil den Unterlappen der linken Lunge.

2. Versuch. Mittelgrosses Kaninchen.

	Zeit	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athemgrösse in 5 Min. in c.c.			Volum eines Athemzugs in c.c.		
			Trachea	Pleura	Trachea und Pleura	Trachea	Pleura	Trachea und Pleura
	11h 38'	39	—	—	—	—	—	—
	11 39	36	1100	—	—	6,1	—	—
	11 46	36	1100	—	—	6,1	—	—
	11 54	37	1200	—	—	6,5	—	—
	12	34	—	—	—	—	—	—
	12 9	36	—	—	—	—	—	—
	12 15	32	—	—	—	—	—	—
Pneumothorax	12 20	48	—	—	—	—	—	—
	12 25	50	600	—	—	2,4	—	—
	12 30	52	—	—	—	—	—	—
	12 35	59	—	—	—	—	—	—
	12 36	66	—	1700	2300	—	—	7,0
	12 45	64	600	—	—	1,9	5,1	—
	12 53	77	—	1300	1900	—	—	5,0
	1	70	600	—	—	1,7	3,3	—
Pleurakanüle zu	1 10	85	2100	—	—	4,9	—	—
	1 15	57	—	—	—	—	—	—
	1 20	56	—	—	—	—	—	—
Pleurakanüle zu	1 22	70	—	—	—	—	—	—
Pleurakanüle zu	1 25	77	—	—	—	—	—	—
	1 30	54	—	—	—	—	—	—
	1 35	48	500	—	—	2,1	—	—
	1 40	42	—	—	—	—	—	—
	1 41	58	—	1500	2000	—	4,9	7,0
	1 45	60	—	—	—	—	—	—
Pleurakanüle zu	1 53	97	—	—	—	—	—	—
	1 55	60	—	—	—	—	—	—
	2	47	300	—	—	1,3	—	—
Pleurakanüle zu	2 5	67	900	—	—	2,7	—	—
	2 15	42	600	—	—	2,9	—	—
	2 30	53	—	2000	2600	—	6,9	9,8
Pleurakanüle zu	3 53	72	—	—	—	—	—	—

Die Ergebnisse dieser zwei Versuche sind sehr bemerkenswerth. Ich hatte die Vorstellung, es werde nach der plötzlichen Verkleinerung der respirirenden Lungenoberfläche die Zahl und Tiefe der Athemzüge grösser, um mit der einen Lunge das zu leisten, was

durch Verlust der anderen in Wegfall gekommen war. Ein solcher Ersatz ist aber bei offener Pleurakanüle nicht möglich.

Das erste schwache Thier athmete anfangs nach der Anstechung des Thorax sehr unruhig, wesshalb an ihm erst 45 Minuten später, bis es sich an die Kohlensäureansammlung etwas gewöhnt hatte, die Beobachtungen aufgenommen wurden. Zu dieser Zeit war die Zahl der Athemzüge nur unbedeutend grösser als vorher und sank bald unter das Normale herab. Ganz anders war es bei dem kräftigen Kaninchen; bei ihm ging die Zahl der Athemzüge direkt nach der Operation von 32 auf 48 hinauf, um allmälig bis auf 77 zu steigen. Es ist leicht zu erklären, woher der Unterschied rührt. In Folge der Abnahme der Blutlüftung entsteht Dyspnoe, und durch die Erregung des Athemcentrums wird häufiger und unter Zuhilfenahme accessorischer Athemmuskeln stärker geathmet. Aber es tritt bei dem schwachen Thiere bald Ermüdung des Athemcentrums und der Athemmuskeln ein, so dass auch die stärkste Erregung des ersteren keinen Erfolg mehr hat und die Zahl der Athembewegungen sowie die Arbeit derselben nicht ausgiebig gesteigert werden kann. Bei dem kräftigeren Kaninchen sehen wir dagegen eine länger dauernde ansehnliche Steigerung der Athemfrequenz und der Athemarbeit.

Bei beiden Kaninchen nimmt die Athemgrösse, d. h. das durch die linke Lunge geathmete Luftvolum um die Hälfte ab und sinkt stetig herab; selbst die viel zahlreicheren Athemzüge des zweiten Thieres sind nicht im Stande eine grössere Luftmenge in die noch thätige Lunge zu bringen, da die mit einem Athemzug eingeathmete Luftmenge ganz unverhältnissmässig kleiner ausfällt. Es muss also bei gleich grosser Erzeugung von Kohlensäure viel davon in dem Körper zurückbleiben und auch prozentig mehr in der Exspirationsluft enthalten sein.

Man kann nun auch untersuchen, wieviel Luft mit jedem Athemzug durch die Pleurakanüle in die Brusthöhle hinein und aus ihr heraus geht. Es beträgt dies ansehnlich mehr als in die linke Lunge tritt, da das Mediastinum nach links vorgedrängt wird und auch die linke Lunge sich nicht mehr ganz ausdehnt. Je weniger die linke Lunge an Luft fasst, desto grösser wird der Antheil, der

durch die Pleurakanüle in den Brustraum strömt, was namentlich im ersten Versuche deutlich hervortritt.

Obwohl so wenig Luft in die noch athmende linke Lunge tritt, so ist doch die Arbeit der Athemmuskeln grösser als normal, denn die Summe der in die linke Lunge und in die rechte Thoraxhälfte einströmenden Luftmenge beträgt im zweiten Versuche doppelt soviel als die normale Athemgrösse. Trotz der grossen Anzahl der Athemzüge ist das mit einem derselben eingesogene Luftvolum grösser als normal.

Es ist leicht zu zeigen, dass die Kohlensäureansammlung eine geringere Erregbarkeit des Athemcentrums hervorbringt und die Athemfrequenz so hoch gestiegen ist, als sie bei dem Zustand der medulla oblongata steigen kann. Sobald man nämlich die Oeffnung der Pleurakanüle verschliesst, vermag das Thier auch in die rechte Lunge wieder Luft aufzunehmen, es steigt die Athemgrösse ganz ansehnlich und die Lüftung des Blutes geschieht für diese Zeit wieder in ausgiebigerem Maassstabe. Die Folge davon ist eine Erholung des Athemcentrums und eine starke Zunahme der Athemfrequenz, die mit der Eröffnung der Pleurakanüle alsbald wieder sinkt.

III. Athemvolum bei Verengerung der Luftwege.

Es wird hier nicht durch Verkleinerung der den Gasaustausch besorgenden Lungenoberfläche Dyspnoe eingeleitet, sondern durch Verengerung des Lumens des Kautschukrohres, durch welches der Inspirations- oder Exspirationsluftstrom seinen Weg nehmen muss, mit Hülfe einer stellbaren Klemmpinzette oder einer engen Glasröhre an verschiedenen Stellen. Einmal wird (in a) das Rohr zunächst der Trachealröhre comprimirt und so die In- und Exspiration gleichmässig gehindert; dann wird blos die Inspiration erschwert durch Compression des Rohrs am Inspirations-Ventil (in b); und endlich die Exspiration durch Compression am Exspirations-Ventil (in c).

1. Versuch. Grosses Kaninchen.

	Zeit	Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	h ' 10 30	53	1700	6,4
	10 40	48	1300	5,4
	10 50	44	1700	7,7
	11	44	1500	6,8
Verengerung in a. 1 Grad	11 15	41	1300	6,3
„ „ „ 2 „	11 25	37	1300	7,0
„ „ „ 3 „	11 30	30	1300	8,7
Klammer auf	11 35	37	1500	8,1
Verengerung in a. 4 Grad	11 40	30	1200	8,0
Klammer auf	11 45	36	1300	7,2
„ „	11 55	36	1300	7,2

2. Versuch. Mittelgrosses Kaninchen.

	Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	73	—	—
	72	2900	8,1
Verengerung in b: 2 Min. beobachtet	25	1250	10,0
	72	—	—
„ „ c: 2 „ „	28	1500	10,7
	84	—	—
„ „ a; 2 „ „	27	750	11,1
	66	3250	9,8

Das Ergebniss dieser beiden Versuche ist nicht schwierig zu interpretiren.

Sie entsprechen einer Stenose der Trachea. Man könnte sich denken, dass die Athemzüge dabei wie bei gewöhnlicher Dyspnoe nicht nur tiefer, sondern auch zahlreicher würden, um das gehörige Luftvolum einzunehmen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Das Thier athmet vielmehr langsam die Luft durch das verengte Rohr ein und aus, d. h. es wird auf jede In- und Exspiration längere Zeit als normal verwendet, um so viel als möglich Luft zu erhalten, da

durch kurzes Athmen des Hindernisses halber nur sehr wenig eindringt. Die Folge ist eine ansehnlich geringere Frequenz der Athemzüge. Dabei werden die Athemmuskeln stärker angestrengt und auch die Hilfsmuskeln angewendet, theils um den grössern Widerstand an der verengten Stelle zu überwinden, theils um durch etwas tiefere Athemzüge den nöthigen Gaswechsel herbeizuführen. Bei Stenose der Trachea kann man am Menschen ganz ähnliche Erscheinungen beobachten; es wird trotz der Dyspnoe langsam und mit grösster Kraftanstrengung die Luft eingesogen und ebenso langsam wieder ausgetrieben.

Trofz der tieferen Athemzüge wird wegen der viel geringeren Zahl derselben ein kleineres Luftvolum eingeathmet als ohne das Athemhinderniss; es tritt daher bald Dyspnoe ein, namentlich bei dem schwächeren Kaninchen Nro. 2, dessen Athemmuskeln bald ermüdeten. Bei der Verengerung der Kanüle war dieses Thier schon nach 1—2 Minuten dem Ersticken nahe; nach Aufhebung des Athemhindernisses stieg dann die Zahl der Athemzüge durch die in Folge des gehemmten Gaswechsels stattgefundene Erregung der nervi vagi sehr an, wodurch bald die angesammelte Kohlensäure entfernt wurde, ähnlich wie nach Traube's[1]) Angabe nach einem heftigen Hustenanfall, wobei starke Exspirationen mit mässig tiefen Inspirationen abwechseln, Beklemmung mit zahlreichen Athemzügen folgt.

IV. Athemvolum nach Verringerung der Blutmenge.

Der Gaswechsel kann noch auf eine andere Weise beeinträchtiget werden, als durch eine Verkleinerung der Lungenoberfläche oder ein Athemhinderniss, nämlich durch Entziehen von Blut, das zunächst den Gasaustausch besorgt. Es frägt sich, wie weit eine geringere Blutmenge die gleichen Dienste zu thun vermag als die grössere.

1. Versuch. Grosses schon geschwächtes Kaninchen.

Das Thier diente den Tag vorher zu Versuch 1 im Abschnitt III.

1) Traube, gesammelte Beiträge Bd. II. S. 63.

	Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	66	1100	3,3
	64	1000	3,1
	58	—	—
	56	—	—
	51	—	—
	42	1100	5,2
	36	1000	5,5
	38	1200	6,3
1) 10 c.c. Blut aus der Carotis .	27	1200	8,9
	27	1200	8,9
	30	—	—
2) 10 c.c. Blut aus der Carotis .	58	700	2,4

2. Versuch. Grosses Kaninchen.

	Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	36	2400	13,3
	36	2100	11,7
	40	2200	11,0
	38	—	—
	30	2300	15,3
	30	2000	13,3
1) 10 c.c. Blut aus der Carotis .	34	—	—
	32	1900	11,9
	36	2100	11,7
	34	—	—
	28	2100	15,0
	32	2000	12,5
2) 10 c.c. Blut aus der Carotis .	30	1800	12,0
	38	—	—
	44	1800	8,2
	40	—	—
	40	2200	11,0
	42	—	—
	36	2050	11,4
	36	2250	12,5
	42	2200	10,5

	Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	40	—	—
	42	2400	11,4
	38	—	—
	42	—	—
	40	2250	11,2
3) 10 c.c. Blut aus der Carotis .	36	1600	9,0
	28	—	—
	34	—	—
	32	1800	11,2
	36	1900	10,6
	34	1900	11,2
	34	2050	12,0
	34	2100	12,3
	30	—	—
	32	2000	12,5
	33	2200	13,3
	36	—	—
4) 10 c.c. Blut aus der Carotis .	31	1500	9,7
	30	1550	10,3
	34	—	—
	31	1700	11,0
	34	1850	10,9
	34	1900	11,2
	36	—	—
	34	1850	10,9
	36	1750	9,7
	36	1750	9,7
	34	—	—
5) 5 c.c. Blut aus der Carotis .	58	1400	4,8
	60	1500	5,0
	60	1600	5,3
	60	1600	5,3
6) 10 c.c. Blut aus der Carotis .	41	1000	4,9
	32	—	—
	28	500	3,6

Kurze Zeit nach dem letzten Versuche ging das Thier rasch zu Grunde. Die Versuchszeit war zwischen 10 Uhr Vormittag und 3 Uhr Nachmittag.

Man könnte meinen, dass nach einem Aderlasse wegen Verminderung der Zahl der Sauerstoff bindenden Blutkörperchen dys-

pnoetische Erscheinungen auftreten müssten. Man muss aber bedenken, dass, wenn darnach auch in der ersten Zeit die Zersetzung im Körper und die weitere Oxydation der Zerfallprodukte auf Kosten des im Körper aufgespeicherten Sauerstoffs nicht wesentlich abnimmt, doch später, da mit dem Blute auch Ernährungs- und Zersetzungsmaterial entzogen wird, die Quantität der erzeugten Kohlensäure und des verbrauchten Sauerstoffs geringer wird. Diesem geringen Verbrauche müsste dann eine geringere Athemgrösse folgen; schliesslich würde die Zersetzung und auch die Sauerstoffaufnahme so herabgesetzt werden, dass das Leben nicht mehr fortbestehen kann.

Diese Voraussetzungen bestätigen sich auch durch den Versuch.

Im ersten Versuche nimmt gleich nach dem ersten Aderlasse die Zahl der Athemzüge ab, die Athemgrösse dagegen bleibt die gleiche, da die Tiefe der Züge entsprechend zunimmt.

Im zweiten Versuche ändert sich im Allgemeinen trotz viermaliger Blutentziehung die Zahl und Tiefe der Athemzüge nicht wesentlich, sie schwankt stets in gewissen Grenzen hin und her. Nur zeigt sich regelmässig direkt nach dem zweiten, dritten und vierten Aderlasse eine vorübergehende Verminderung in der Zahl und Tiefe der Züge.

Die Athemgrösse nimmt direkt nach jeder Blutentziehung durch die verminderte Zahl und Tiefe der Athemzüge ab und zwar mit jeder Blutentziehung mehr; sie betrug nämlich:

nach	dem	ersten	Aderlasse	1900 c.c.
„	„	zweiten	„	1800
„	„	dritten	„	1600
„	„	vierten	„	1500
„	„	fünften	„	1400
„	„	sechsten	„	1000

Allmälig stieg jedoch nach der Blutentziehung das Luftvolum wieder bis zum Normalen an und zwar noch nach dem dritten Aderlasse. Von da an aber wurde das Athemvolum stetig geringer; statt 2000—2200 c.c. erreichte es nach dem vierten Aderlasse nur 1900 c.c., nach dem fünften nur mehr 1600 c.c.

Nach reichlicher Blutentziehung nimmt zuletzt die Frequenz

des Athmens zu, so in dem ersten Versuche nach der zweiten Blutentleerung und in dem zweiten Versuche nach der fünften Blutentleerung und zwar dann, wenn die Athemgrösse stärker zu sinken beginnt, womit dann eine geringere Tiefe der Athemzüge verbunden ist. Wir haben es hier offenbar mit einer Herabsetzung in der Leistungsfähigkeit der Athemcentralorgane und der Athemmuskeln in Folge der Blutentziehung zu thun, die zu einer grösseren Zahl der Athembewegungen führt. Schliesslich wird die Thätigkeit der medulla oblongata und der Muskeln immer geringer, die Zahl der Athemzüge nimmt wieder ab, ebenso die Tiefe der Athemzüge und die Athemgrösse, so dass rasch der Tod eintritt. Dyspnoe ist in keinem Stadium vorhanden, da niemals zwischen Sauerstoffverbrauch oder der Kohlensäurebildung und dem mechanischen Theil des Athmens ein Missverhältniss besteht. Traube[1]) giebt an, dass bei einer geringeren Anzahl von Blutkörperchen, bei Anämischen, die dyspnoetischen Erscheinungen weniger hochgradig seien und dass man desshalb bei Dyspnoe auch einen Aderlass anwende, was allerdings ein zweischneidiges Mittel sei. Es ist wohl vorzüglich die Schwäche, in Folge deren die medulla oblongata bei prozentig gleichem Gehalte des Blutes an Kohlensäure oder Sauerstoff weniger erregt wird und weniger heftige Erscheinungen hervorruft; denn der procentige Gasgehalt des Blutes wird durch Entziehung von Blut nicht geändert, da bei geringerer Zersetzung auch die nervösen Centralorgane und die Athemmuskeln an Widerstandskraft verhältnissmässig einbüssen.

V. Athemvolum nach Einspritzung von 0,5 Gran essigsaurem Morphium unter die Bauchhaut.

1. Versuch. Mittelgrosses Kaninchen.

Zeit	Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
h 10 5	47	2800	11,1
10 15	39	2650	13,6
10 25	40	2400	12,0
10 35	40	2600	13,0

1) Traube, gesammelte Beiträge Bd. 1. S. 1036.

	Zeit	Zahl der Athemzüge in 1 Minute	Athemgrösse in 5 Minuten in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	h '			
Morphium . .	10 40	—	—	—
	10 45	30	1800	12,0
	10 55	22	1300	11,8
	11 5	19	900	9,5
	11 15	15	700	9,3
	11 25	20	700	7,0
	4	23	900	7,8
	4 45	24	1000	8,3
	5 30	28	1200	8,6
	6	28	1500	10,7

Bezold und Gscheidlen[1]) haben schon gefunden, dass das Morphium die Zahl der Athemzüge vermindert und zwar in höherem Grade nach Durchschneidung der nervi vagi. Unsere Beobachtungen beziehen sich nicht nur auf die Zahl, sondern auch auf die Tiefe der Athemzüge und die Athemgrösse. Sie ergeben, dass das Morphium schon sehr bald, nach 5 Minuten, eine Aenderung im Athmen hervorbringt,; es nimmt die Frequenz und Tiefe der Athembewegungen und die Athemgrösse ab. Diese Wirkung wächst bis 35 Minuten nach der Beibringung des Alkaloids und hört von da ab allmälig wieder auf. Zuerst steigt die Zahl der Athemzüge wieder, während das Volum der mit einem Athemzug aufgenommenen Luft noch im Abnehmen begriffen ist; etwas später steigt auch letzteres wieder an, und damit auch die Athemgrösse. Aber noch 6 Stunden nach der Injektion ist der Einfluss des Morphiums zu erkennen. Dieses Resultat war nach den Beobachtungen, die man bei jedem in der Morphiumnarkose befindlichen oder schlafenden Menschen machen kann, vorauszusehen. Es frägt sich nur, was die Ursache des so veränderten Athemrhythmus ist. Bezold und Gscheidlen lassen das Morphium die Erregbarkeit des Centralorganes für die Athmung herabsetzen bis zur Herbeiführung völliger Apnoe. Man könnte aber auch an eine geringere Zersetzung unter dem Einflusse des Morphiums und geringere Erregung des Athemcentrums denken, so wie auch Nachts beim Schlafen

1) Bezold und Gscheidlen, Unters. aus dem physiolog. Laboratorium in Würzburg. 3. Heft.

weniger Kohlensäure erzeugt wird, als unter Tags; Pettenkofer und Voit bestimmten beim hungernden ruhenden Menschen während der Nacht im Mittel um 22 % Kohlensäure weniger als während des Tages, jedoch rührt diese Abnahme wahrscheinlich nicht vom Schlafe an und für sich, sondern von der geringeren Bewegung der Glieder her. Aehnlich könnte es sich auch beim Morphiumschlaf um eine verminderte Kohlensäurebildung in Folge der Ruhe handeln. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass durch eine Abnahme der Zersetzung ausschliesslich die Abnahme der Athemgrösse um 73 % zu erklären ist. Es ist wahrscheinlich, dass es sich auch um eine Herabsetzung der Erregbarkeit und Thätigkeit des Athemcentralorganes durch das Morphium handelt, so dass erst eine grössere Kohlensäuremenge oder Sauerstoffmenge im Blute Athembewegungen auslöst. In dem ersteren Falle würde die absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure ansehnlich kleiner sein, die procentige brauchte nicht geändert zu sein; im letzteren Falle dagegen wäre der procentige Kohlensäuregehalt der Exspirationsluft grösser als normal. Welche Annahme die richtige ist, ist nur durch Respirationsversuche zu entscheiden, welche im Laboratorium von Prof. Voit baldigst gemacht werden sollen.

VI. Athemvolum nach Durchschneidung des Rückenmarkes zwischen drittem und viertem Halswirbel.

1. Versuch. Kleines Kaninchen.

	Zeit	Temperatur im Mastdarm nach C.	Zahl der Herzschläge in 1 Min.	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athemgrösse in 5 Min. in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	—	—	—	35	1100	6,3
	—	—	184	34	1200	7,0
	—	—	—	34	1200	7,0
Durchschneid.	10h 30′	—	—	30	800	5,3
	10 40	32,2	114	28	650	4,6
	—	31,0	106	28	600	4,3
	11	30,0	104	26	550	4,2
	11 10	29,8	101	24	500	4,2
	11 30	29,2	—	24	500	4,2
	—	—	94	24	600	5,0
	2	22,3	—	15	200	4,2

Um halb 3 Uhr trat der Tod ein.

Es ist bekannt, dass nach der Durchschneidung des Rückenmarks die Anzahl der Athemzüge und Herzschläge und die Eigentemperatur des Thieres sehr stark sinkt. Aus meinen Bestimmungen geht hervor, dass auch die Tiefe der Athemzüge und die Athemgrösse entsprechend abnimmt.

Nach der Durchschneidung des Rückenmarks sind die Gefässnerven gelähmt und die Blutgefässe der Haut ausgedehnt; man könnte vielleicht meinen, dass wegen der dadurch begünstigten Abkühlung die Temperatur des Körpers sinkt und in Folge davon auch die Zersetzungen, wodurch dann die Athembewegungen modificirt werden. Dieser Zusammenhang besteht jedoch nicht, da sonst die Art der Athembewegungen hier die nämliche sein müsste wie nach Einwirkung der Kälte, was aber, wie die folgenden Beobachtungen lehren, durchaus nicht der Fall ist.

Es kann wohl keinem Zweifel unterworfen sein, dass die genannten Erfolge von einer verminderten Zersetzung im Organismus herrühren, worauf namentlich das Abfallen der Körpertemperatur hinweist. Der geringere Sauerstoffverbrauch und die geringere Kohlensäureproduktion bedingen eine geringere Lüftung des Blutes und eine geringere Erregung der medulla oblongata.

Es bleibt aber noch die weitere Frage zu beantworten, warum die Zersetzung eine kleinere ist. Rosenthal meint, wegen des Ausschlusses der Muskelbewegungen der unteren Körperhälfte in Folge der Rückenmarkstrennung. Mir ist es viel wahrscheinlicher, dass wegen der Ausdehnung der gelähmten Gefässe und des herabgesetzten Blutdruckes und der geringeren Blutgeschwindigkeit die Cirkulation des Ernährungs- und Zersetzungsmaterials durch die Organe, die unter der Wirkung des Blutdruckes geschieht, und in Folge davon die Zersetzung gehemmt ist.

Ich habe wiederholt des Einflusses der sensiblen Nerven der Haut auf die Thätigkeit des Athemcentrums gedacht. Wie man früher dem nervus vagus die Rolle des Erregers der Athembewegungen zuschrieb, so liess man auch die Nerven der Haut und anderer Organe dieselben bestimmen und zwar angeregt durch äussere Reize wie z. B. Kälte, Schmerz etc., oder durch das sauerstoff-

arme Blut, so dass also das Athembedürfniss aller Organe die Ursache zu den Athembewegungen wäre. Wenn nun auch die Athembewegungen nicht durch jene Nerven, sowenig wie durch die Vagi, ausgelöst werden, so sind sie doch von unbestreitbarem Einflusse auf die Art des Athmens und sie könnten in dieser Beziehung ähnlich wie die Vagi wirken, indem sie die Widerstände in dem Athemcentrum ändern.

Ich habe daher die Athemgrösse bei Thieren studirt, welche ich niederer und höherer Temperatur ausgesetzt hatte. Dabei kommt unter anderen complicirten Faktoren auch die Erregung der sensiblen Nerven der Haut durch die Wärmeentziehung oder Erwärmung in Betracht.

VII. Athemvolum bei Einwirkung von Kälte.

1. Versuch. Grosses Kaninchen.

Der Versuch wurde an einem der kältesten Wintertage (am 9. Februar 1870) gemacht. Nachdem die normale Athemfrequenz und die Athemgrösse des Thieres bei einer Zimmertemperatur von 13—16° C. festgestellt war, wurde das Thier in's Freie vor ein Fenster des Laboratoriums gebracht. Die Quecksilberventile befanden sich im Freien, die Gasuhr blieb im Zimmer und war durch einen längeren Kautschukschlauch mit dem Exspirationsventil verbunden, damit die Messung des Gasvolums unter gleichen Temperaturen geschah. Die Temperatur des Thiers wurde im Mastdarm gemessen.

	Zeit	Aussen-temperatur	Temperatur des Thieres	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athem-grösse in 5 Min. in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	h ′					
	7 30	+ 12,0	36,5	44	2500	11,3
	7 45	+ 12,0	36,9	45	2500	11,1
in's Freie	7 52	— 17,6	—	—	—	—
	7 55	— 17,6	35,8	68	5780	17,0
	8	— 17,6	35,0	70	—	—
	8 5	— 17,6	34,0	74	4850	13,1
	8 10	— 17,6	32,7	70	—	—

	Zeit	Aussen-temperatur	Temperatur des Thieres	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athem-grösse in 5 Min. in c c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	h '					
	8 15	— 17,6	30,2	54	3510	13,0
	8 20	— 17,6	29,7	34	—	—
	8 35	— 17,6	28,3	37	2950	15,9
	8 40	— 17,6	28,0	36	—	—
in's Zimmer	8 45	—	—	—	—	—
	9	+ 15,0	27,6	30	2500	16,7
	9 30	+ 15,0	27,8	33	2600	14,0
	10	+ 15,0	28,0	33	2300	12,4
abgespannt	10 5	+ 15,0	—	—	—	—
im Zimmer	3 15	+ 14,0	34,1	50	4000	16,0
	6	+ 16,0	35,3	54	3950	14,6

Unmittelbar nach der Verbringung des Thiers in's Freie trat intensiveres Athmen ein. Als es nach 3/4 stündigem Aufenthalt im erwärmten Zimmer wieder vom Brette abgespannt wurde, waren die Vorder- und Hinterbeine steif und ohne Bewegung, das Auge glanzlos. Nachdem es 6 Stunden im Zimmer gewesen, hatte es sich wieder etwas erholt; es konnte die vorher ausgestreckten Beine anziehen und einige mühsame Bewegungsversuche machen. Es befand sich jedoch in einem dyspnoetischen Zustande. In der Nacht auf den 10. Februar ging das Thier zu Grunde. Die Sektion ergab beträchtliche Blutfülle und hochgradiges Oedem beider Lungen in den Unterlappen, welche nahezu luftleer waren und sich wahrscheinlich in einem Zustande beginnender Pneumonie befanden.

2. Versuch. Kleines Kaninchen.

	Zeit	Aussen-temperatur	Temperatur des Thieres	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athem-grösse in 5 Min. in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	11 h	+ 15,0	—	50	1310	5,2
	11 15	+ 15,0	36,5	43	1390	6,5
mit erwärmten Tüchern umhüllt in's Freie	11 30	—	—	—	—	—
	11 32	— 12,0	36,7	48	1800	7,5
	11 37	— 12,0	36,5	49	—	—
	11 40	— 12,0	36,4	52	2000	7,7
	11 45	— 12,0	36,1	50	—	—
die Tücher entfernt . . .	11 45	—	—	—	—	—
	11 48	— 12,0	36,0	68	3050	9,0
	11 53	— 12,0	35,6	58	—	—
	12	— 11,5	35,6	50	2900	12,4
	12 5	— 11,4	35,3	50	—	—
	12 10	— 11,4	35,0	48	2500	10,4
	12 15	— 11,4	34,7	51	—	—
	12 20	— 11,4	34,6	42	2800	13,3
	12 45	— 12,0	33,1	37	2320	12,5
	1 15	— 12,0	31,5	36	2130	11,8
	2 30	— 13,0	29,3	28	1150	8,2
in's Zimmer u. in warme Tücher gehüllt .	2 35	—	—	—	—	—
	3 30	+ 15,0	28,7	41	1500	7,3
	6 30	+ 15,0	27,3	29	1100	7,4

In der Nacht verendete das Thier.

3. Versuch. Mittelgrosses Kaninchen.

	Zeit	Aussen-temperatur	Temperatur des Thieres	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athem-grösse in 5 Min. in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	h ' 11 20	+14,0	37,2	46	2350	10,2
	11 30	+14,0	37,2	45	2400	10,7
in ein kaltes Zimmer . .	11 35	+ 4,0	37,2	50	2750	11,0
	11 40	+ 4,0	36,9	48	—	—
	11 45	+ 4,0	36,8	46	2700	11,7
	11 50	+ 4,3	36,8	46	—	—
	11 55	+ 4,5	36,3	46	2850	12,4
	12 5	+ 5,0	35,5	42	3100	14,8
	12 10	+ 5,0	35,5	40	—	—
losgebunden u. im kalten Zimmer gelassen	—	—	—	—	—	—
wieder aufgespannt . . .	2 30	+ 6,0	37,0	47	2950	12,5
	2 45	+ 6,0	36,9	48	3000	12,5
Fenster geöffn.	3	—	—	—	—	—
	3 10	+ 3,0	36,8	52	2700	10,3
	3 25	+ 2,0	36,7	50	3290	13,2
	3 35	+ 2,0	36,5	49	3400	13,9
in das warme Zimmer . .	3 35	—	—	—	—	—
	3 55	+14,0	36,7	49	3000	12,2
	6	+15,0	37,3	40	2100	10,5

Das Resultat der drei Kälteversuche ist ein völlig übereinstimmendes.

Momentan nach der Verbringung des Thiers in die Kälte, also ehe die Körpertemperatur wesentlich geringer geworden ist, nimmt die Zahl und die Tiefe der Athemzüge sehr zu, so dass ein viel grösseres Luftvolum ausgeathmet wird; es tritt dies auch, obschon in geringerem Maasse ein, wenn das Thier mit erwärmten Tüchern umhüllt ins Freie gebracht wird, offenbar durch die Einwirkung der kalten Luft auf die Lunge.

Wenn die Kälte längere Zeit einwirkt, und in Folge davon

die Eigentemperatur des Thieres sinkt, so nimmt die Zahl der Athemzüge allmälig ab und sinkt unter die normale herab, was schon Harless[1]) beobachtet hatte; es wird aber wegen der tieferen Athemzüge noch länger mehr Luft geathmet als normal. Nur im zweiten Versuche war nach 3 stündigem Verweilen des Thiers im Freien das Athemvolum ganz zuletzt geringer als das normale geworden.

Nach der Zurückbringung des Thiers in den geheizten Raum sank im ersten Versuche die Eigentemperatur des Thiers noch einige Zeit lang und auch die Zahl der Athemzüge nahm noch ab, das Athemvolum war aber bald ein normales geworden. Nach 6-stündigem Verweilen im warmen Zimmer hatte sich die frühere Körpertemperatur nahezu wieder hergestellt, das Thier befand sich jedoch in Dyspnoe, Zahl und Tiefe der Athemzüge und die Athemgrösse hatten wieder zugenommen, so dass das Thier einige Stunden darauf zu Grunde ging. — Im zweiten Versuche nach langem Aufenthalt in der Kälte nahm die Körpertemperatur auch nach Verbringung in den warmen Raum fortwährend ab, und das Thier verendete, obwohl kurze Zeit sich die Zahl der Athemzüge und das Athemvolum wieder hob. — Im dritten Versuche, wo die Kälte weniger bedeutend war, hatten sich bald die normalen Verhältnisse wieder hergestellt.

Es frägt sich nun, warum in der Kälte anfangs mehr und später weniger Athemzüge gemacht werden, und warum die Tiefe der Athemzüge und die Athemgrösse wächst.

Wir haben es hier jedenfalls mit complicirten Erscheinungen zu thun, mit der Wirkung der Kälte auf die Haut- und Lungennerven, mit der Zurückdrängung des peripheren Kreislaufs und Hyperämie der inneren Organe, mit dem Einfluss der Erkältung der Organe und des Blutes, und möglicherweise auch mit einer reichlicheren Zersetzung im Organismus.

Die anfängliche Steigerung in der Zahl der Athemzüge liesse sich wohl durch eine Erregung der Vagi in den Lungen oder der sensiblen Nerven der Haut erklären, aber dann sollte wenigstens

1) Harless, gelehrte Anzeigen der bayer. Akademie 18. Sept. 1854. Nr. 12.

bei Reiz der Vagi die Tiefe der Athemzüge nicht zunehmen. Es bliebe dann nichts übrig, als anzunehmen, dass die Erregung der Hautnerven nicht nur wie die der Vagi die Widerstände im Athemcentralorgane verringern, sondern auch die Thätigkeit desselben steigern könne, wofür allerdings die tiefen Exspirationen nach plötzlicher Abkühlung der Haut, oder die heftigen Exspirationsbewegungen, wie Niessen und Husten, auf Reizung anderer sensibler Nerven sprächen. Die momentan nach Verbringung des Thiers in die Kälte eintretenden tieferen Athemzüge können nicht von einer reichlicheren Produktion von Kohlensäure hervorgerufen sein; jedoch ist es ebenso gewiss, dass die anhaltende Steigerung der Athemgrösse nicht durch die Erregung der sensiblen Nerven der Haut bedingt ist, da erstere anwährte zu einer Zeit, wo die Extremitäten des Kaninchens schon erstarrt waren und die Kälte auf die gesammte Hautoberfläche des Thieres schon in der Weise eingewirkt hatte, dass sensible Reize, z B. Kneipen, keine Schmerzensäusserungen mehr hervorriefen. Hier müssen nothwendigerweise andere Ursachen für die grössere Zahl und Tiefe der Athemzüge gesucht werden. Nun ist allerdings, namentlich in neuerer Zeit bei den Untersuchungen von Gildemeister[1]), in der Kälte eine grössere Kohlensäureausscheidung beobachtet worden, aber es frägt sich, wie diese zu deuten ist. Eine direkte Wirkung eines Nerveneinflusses auf die Gesammtzersetzungen kann ich vorläufig nicht annehmen, sondern höchstens eine indirekte z. B. durch Aenderungen im Mechanismus des Athmens oder in der Cirkulation; durch die Contraktion der oberflächlichen Gefässe wird das Blut nach Innen gedrängt und es wird der Blutdruck ein grösserer, der leicht eine grössere Tiefe der Athembewegungen bedingen kann. Aus Versuchen von kurzer Dauer ersieht man nicht, ob dabei nur die im Körper angesammelte Kohlensäure durch die ausgiebigere Ventilation entfernt wird oder mehr Kohlensäure erzeugt wird. Nach Lossen wird zwar durch zahlreicheres und tieferes Athmen mehr Kohlensäure gebildet; aber es scheint mir sehr zweifelhaft, ob eine

1) Gildemeister, über die Kohlensäureproduktion bei kalten Bädern. Diss. inaug. Basel 1870.

solche Mehrzersetzung eine Bedeutung für die Abwehr gegen die Kälte habe, ob sie hinreichend ist, den Körper vor der Kälte längere Zeit zu schützen, so dass er dadurch seine Eigentemperatur bewahrt. Wenn wirklich in der Kälte ohne reichlichere Nahrungszufuhr bei häufigerem und ausgiebigerem Athmen auf die Dauer mehr Kohlensäure austreten sollte, so könnte dies nur eine Folge einer grösseren Zersetzung im Körper sein; dies scheint auch bei meinen Versuchen wegen der gesteigerten Athemgrösse der Fall zu sein, da wir ohne grössere Kohlensäureproduktion längere Zeit nicht tiefer und zahlreicher athmen würden. Die Versuche von Sanders-Ezn[1]) ergaben allerdings ein mit diesen Voraussetzungen nicht übereinstimmendes Resultat, indem dabei nur bei plötzlichem Uebergang in die Kälte mehr Kohlensäure gefunden wurde, bei längerem Verweilen in derselben dagegen weniger. Hierüber sollen Respirationsversuche, welche im Laboratorium von Prof. Voit gemacht werden, weitere Aufschlüsse geben.

Wenn der ganze Körper nach und nach kälter wird, so werden die Nerven weniger erregbar, ebenso die Nervencentralorgane, die in diesem Zustande der Auslösung der Thätigkeit grosse Widerstände entgegensetzen; ausserdem nimmt auch die Produktion der Kohlensäure und der Verbrauch von Sauerstoff ab, da eine gewisse Temperatur eine wesentliche Bedingung der Zersetzung im Körper ist. Es wird daher bei geringer Zahl und Tiefe der Athemzüge ein kleineres Luftvolumen geathmet.

VIII. Athemvolum bei Einwirkung von Wärme.

In einem ersten Versuche athmete das Thier, das in der gewöhnlichen Zimmertemperatur gelassen wurde, Luft, welche in einer zwischen dem Inspirations-Ventil und der Trachea angebrachten Flasche auf einen bestimmten Temperaturgrad erwärmt worden war, ein; das Inspirationsventil bezog seine Luft aus der Durchsicht eines schwach geheizten Ofens, in welcher die Temperatur während des nachfolgenden Versuches zwischen 24—36° schwankte. Die Temperaturhöhe der in die Lunge des Thiers eintretenden Luft

1) Sanders-Ezn, Berichte d. sächs. Ges. d. Wiss. 21. Mai 1867. S. 58.

wird natürlich durch das in der Flasche steckende Thermometer nicht genau angegeben, da sie sich auf ihrem Wege nach der Trachea noch abkühlt.

1. Versuch. Mittelgrosses Kaninchen.

	Zeit	Temperatur der eingeathmeten Luft	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athemgrösse in 5 Min. in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	h '				
	10 15	+ 16,0	30	1600	10,5
	10 25	+ 16,0	33	1650	10,0
Athmen durch die kalte Flasche	10 35	+ 16,0	30	1600	10,5
Athmen durch die kalte Flasche	10 45	+ 16,0	30	1550	10,3
Athmen durch die erwärmte Flasche	10 55	+ 40,0	38	1950	10,3
	11 5	+ 42,0	38	1850	9,7
	11 10	+ 42,0	39	—	—
	11 20	+ 48,0	37	1900	10,2
	11 30	+ 50,0	37	1950	10,5
	11 40	+ 54,0	38	1850	9,7
	11 50	+ 57,0	37	1900	10,2
Thier vom Apparat entfernt	11 50	—	—	—	—
wieder aufgespannt . . .	12 25	+ 18,0	34	1700	10,0
Athmen durch die erwärmte Flasche	12 35	+ 68,0	39	1900	9,7
	12 45	+ 70,0	37	2000	10,8
	12 50	+ 69,0	—	—	—
	12 55	+ 70,0	38	1900	10,0
	1	+ 70,0	—	—	—
	1 5	+ 73,0	37	1900	10,2
	1 10	+ 70,0	—	—	—
	1 15	+ 85,0	40	2100	10,5
	1 20	+ 86,0	—	—	—
Thier vom Apparat entfernt	1 22	—	—	—	—
wieder aufgespannt . . .	2 15	+ 16,0	37	1850	10,0
durch die erwärmte Flasche	2 25	+ 80,0	40	2250	11,2
	2 30	+ 80,0	—	—	—
	2 35	+ 84,0	39	1950	10,0
	2 45	+ 84,0	40	1850	9,2
Thier vom Apparat entfernt	2 47	—	—	—	—
wieder aufgespannt . . .	3 10	+ 16,0	38	1900	10,0
durch die erwärmte Flasche	3 20	+ 98,0	112	1500	2,4
	3 25	+ 98,0	—	—	—
	3 30	+ 98,0	120	1100	1,9
durch die kalte Flasche .	9 30	+ 15,0	41	3700	18,0

Die Einathmung so beträchtlich erhitzter Luft hatte zuletzt Unruhe des Thieres und Schmerzensäusserungen zur Folge. Am folgenden Tage zeigte es in Folge der pathologischen Veränderungen

der Lunge hochgradige Dyspnoe und Cyanose, wobei die in der letzten Zeile der Tabelle angegebenen Athemwerthe erhalten wurden.

Das Kaninchen wurde nun getödtet. Bei der Sektion fand sich folgendes: Tracheal- und Bronchialschleimhaut stark geröthet, Ecchymosen auf der Pleura beider Lungen, Lungenränder emphysematös, Lungen in beiden Unterlappen blutreich, im rechten Unterlappen einzelne wallnussgrosse scharf umschriebene dunkler gefärbte hyperämische Stellen von geringerem Luftgehalte, lobuläre Pneumonie.

2. Versuch. Grosses Kaninchen.

Hier befand sich das ganze Thier in dem erwärmten Raume, dessen Luft es einathmete. Es wurde in eine geräumige Zimmerofendurchsicht gebracht und vor der strahlenden Wärme durch Tücher hinreichend geschützt. Ein Thermometer bestimmte die Temperatur des Raumes, ein anderer die des Thieres im Mastdarm.

	Zeit	Aussen-tempe-ratur	Tempe-ratur des Thieres	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athem-grösse in 5 Min. in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	h ′					
	11	+ 15,0	—	50	2800	11,2
	11 10	+ 15,0	37,3	52	2700	10,3
im erwärmten Raum	11 20	+ 36,0	37,3	56	2900	10,3
	11 25	+ 36,0	37,3	56	—	—
	11 30	+ 38,0	37,5	57	3000	10,5
	11 35	+ 38,0	37,5	56	—	—
	11 40	+ 43,0	38,0	56	3300	11,7
	11 45	+ 46,0	38,2	56	—	—
	12	+ 65,0	38,5	56	3600	12,8
	12 5	+ 66,0	38,7	56	—	—
Convulsionen . . .	12 15	+ 70,0	40,1	70	3000	8,5
im kälteren Raume	12 35	+ 15,0	38,4	62	3400	10,9
abgebunden . . .	12 40	—	—	—	—	—
im kälteren Raume	2 30	+ 16,0	38,1	49	3000	12,2
im erwärmten Raume	2 45	+ 48,0	38,1	70	3100	8,8
	3 10	+ 49,0	38,3	95	2700	5,6
	3 30	+ 50,0	39,0	146	2100	2,8
abgebunden wegen der raschen Athemzüge u. Convulsionen	3 35	—	—	—	—	—
im kälteren Raume	4 30	+ 15,0	39,1	75	2750	7,3
	4 55	+ 15,0	38,3	47	2500	10,6
	5 30	+ 15,0	37,5	72	1400	3,6

In der folgenden Nacht verendete das Kaninchen.

3. Versuch. Kleines Kaninchen.

Versuchsanordnung wie im vorigen Versuche, nur mit geringerer Steigerung der Aussentemperatur.

	Zeit	Aussen-temperatur	Temperatur des Thieres	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athemgrösse in 5 Min. in c.c.	Volum. eines Athemzugs in c.c.
	10h 30	+ 15,0	37,0	38	1600	8,4
	10 45	+ 15,0	37,0	37	1650	8,9
	10 50	+ 15,0	37,0	38	—	—
	11	+ 15,0	37,1	37	1750	9,4
im erwärmten Raum	11 10	+ 37,0	37,0	39	1900	9,7
	11 15	+ 37,0	37,0	38	—	—
	11 20	+ 37,0	37,0	38	1800	9,4
	11 30	+ 37,0	37,0	38	1800	9,4
	11 45	+ 38,0	37,4	38	1850	9,7
	12	+ 38,0	37,5	38	1750	9,2
	1 35	+ 37,0	37,5	38	1650	8,6
losgebunden, im kältern Raum . . .	1 38	—	—	—	—	—
im kältern Raum .	2 30	+ 15,0	37,0	37	1700	9,1
im erwärmten Raum	2 45	+ 40,0	37,0	40	1950	9,7
	2 55	+ 40,0	37,0	38	1900	10,0
	3 15	+ 40,0	37,5	39	1900	9,7
	3 25	+ 40,0	37,6	41	1800	8,7
	3 45	+ 40,5	37,5	44	1650	7,5
	5 7	+ 40,0	37,7	45	1150	5,1

Bei der Einwirkuug der Wärme nimmt alsbald die Zahl der Athemzüge etwas zu, wie bei der Einwirkung der Kälte; sie wächst bei weiterer Erhöhung der Aussentemperatur und der Erhöhung der Körpertemperatur nur wenig, bis ganz zuletzt bei sehr hoher Temperatur der Umgebung und starker Erwärmung des Thierkörpers die Athemzüge äusserst häufig werden, während sie bei der Abkühlung an Zahl abnehmen. Dabei vermehrt sich auch meist bis zu einem gewissen Grade der Temperaturerhöhung des äusseren Raumes, bis die Athemzüge anfangen zahlreicher zu werden, auch die Tiefe der Athemzüge etwas, so dass das Volum der geathmeten Luft, ähnlich wie bei der Erkältung des Körpers, entschieden grösser ist als beim Athmen in gewöhnlicher Temperatur. Erst wenn einmal die Zahl der Athemzüge in Folge der excessiven Erwärmung grösser wird, nimmt die Tiefe derselben und auch die Athemgrösse ab.

Die anfängliche Steigerung der Athemzüge und der Athemgrösse rührt wohl von einer direkten Wirkung der Wärme auf die sensiblen Nerven der Haut und der Lungenschleimhaut her; die spätere grössere Steigerung der Athemzüge und die gleichzeitige Abminderung des geathmeten Luftvolums wahrscheinlich von der Erwärmung des Blutes und der Organe, in Folge deren eine Steigerung der Erregbarkeit der Nerven und wohl auch der Centralorgane eintritt, wobei die Arbeitsgrösse abnimmt. Nach Traube's Angabe macht eine Temperaturerhöhung des Körpers bei febrilen Affektionen ohne ein Hinderniss in der Lunge mehr Athemzüge; ganz entsprechend macht Erwärmung des Herzens nach Calliburces und Bernard (léc. du syst. nerv. T. II. p. 392) und Cyon eine Vermehrung der Herzschläge bei geringerer Arbeit des Herzens durch die Wirkung auf die Centralorgane des Herzens.

Die Anfangswirkung der Wärme auf das Athmen ist, bis die excessiven Erscheinungen eintreten, ganz dieselbe wie die der Kälte; es ist daher wenig wahrscheinlich, dass die Steigerung der Athemgrösse bei der Kälte den Zweck hat, durch reichlichere Zersetzung mehr Wärme zu erzeugen, da sie auch in der Wärme sich einstellt. Dem entsprechend fand auch Sanders-Ezn nur bei plötzlicher Erhöhung der Temperatur des umgebenden Mediums eine Abnahme der Kohlensäureausscheidung, bei längerer Einwirkung der Wärme eine Zunahme. Erst zuletzt, wenn die höhere Erwärmung des Thiers beobachtet wird, nimmt die Zahl der Athemzüge sehr zu und das Athemvolum ab, während in der Kälte umgekehrt zuletzt die Zahl der Athemzüge abnimmt und das Volum noch länger grösser als normal bleibt.

Es scheint darnach nicht, dass in der Wärme die Mechanik des Athmens zu dem Zweck verändert ist, um eine ausgiebige geringere Zersetzung und Wärmeerzeugung im Thierkörper zu veranlassen, und dass dadurch eine direkte Regulation der Zersetzung durch die Wärme gegeben wäre; eher sind die tieferen und zahlreichen Athembewegungen geeignet, die Wasserverdunstung an der Lunge zu vergrössern und so eine Abkühlung hervorzubringen; Hunde, welche durch die Haut weniger schwitzen, strecken in der Hitze die Zunge weit heraus und athmen zahlreich und keuchend.

Auch hier müssen genaue und länger währende Bestimmungen der Zersetzungen im Körper, vorzüglich des Gaswechsels, näheren Aufschluss geben.

IX. Athemvolum bei Unterdrückung der Hautthätigkeit.

Aus den vorstehenden Versuchen über das Athemvolum in der Kälte und Wärme geht der grosse Einfluss der sensiblen Nerven der Haut auf den Athemmechanismus deutlich hervor. Es schien nun von Interesse zu sein, einen Versuch bei der Unterdrückung der Hautperspiration durch Ueberziehung der Haut mit einem für Luft und Wasser undurchgängigen Leinöl-Firniss anzuschliessen.

Man weiss aus früheren Beobachtungen, dass dabei die Temperatur des Körpers immer mehr sinkt und schliesslich der Tod des Thieres eintritt. Man war damals nicht im Stande, die Ursache des Todes zu finden; er erfolgt nicht durch Erstickung, denn der Wechsel von Sauerstoff und Kohlensäure an der Haut ist zu gering; die Nichtverdunstung von Wasser bedingt ihn auch nicht, da das Wasser leicht auf anderen Wegen, z. B. durch die Nieren entfernt werden könnte; die Nichtabgabe von Wärme in Folge der gehemmten Wasserverdunstung an der Haut ist auch nicht der Grund, da sonst nicht eine Abnahme der Eigentemperatur, sondern eine Zunahme derselben eintreten müsste. Es ist jetzt durch die Untersuchungen von Laschkewitsch[1]) und Krieger[2]) festgestellt, dass es sich hier hauptsächlich um die Entziehung der Wärme handelt und das Thier durch die Abnahme der Körpertemperatur geradezu erfriert. Ist dies richtig, so müssen die Athembewegungen ähnlich sein, wie bei der Einwirkung der Kälte.

---

1) Laschkewitsch, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1868, S. 61.

2) Krieger, diese Zeitschrift Bd. 5. 1869. S. 528.

1. Versuch. Mittelgrosses Kaninchen.

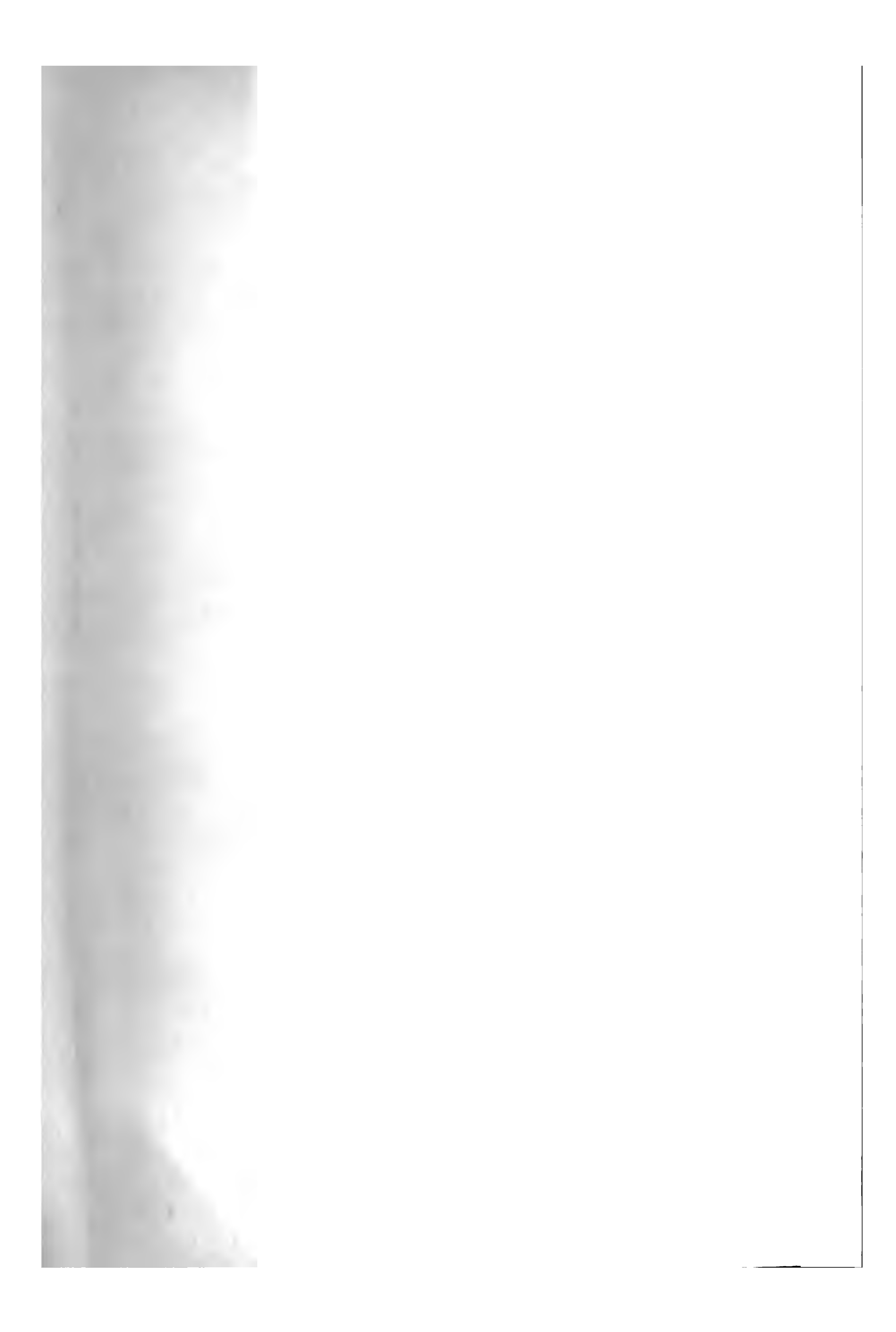
	Zeit	Temperatur des Thieres	Zahl der Athemzüge in 1 Min.	Athemgrösse in 5 Min. in c.c.	Volum eines Athemzugs in c.c.
	11h 45'	37,0	47	1950	8,3
	11 55	37,0	39	1900	10,0
	12 5	37,0	39	1850	9,4
mit Firniss überstrichen .	12 10	—	—	—	—
	12 25	35,9	34	2400	14,1
	12 35	34,5	34	2500	14,7
	12 45	33,9	34	2650	15,5
	12 55	33,3	34	2400	14,1
	1	33,3	32	2400	15,0
	2	30,8	30	2200	14,6
	2 15	30,0	28	1950	13,9
	2 45	29,0	26	2000	15,3
	3	28,2	27	1900	14,0
	4 30	26,2	27	1700	12,6
Unruhe, Streckkrämpfe .	5	25,6	27	1600	11,8
	5 30	25,3	27	1650	11,8
	5 45	25,0	27	1600	11,8
Tod	6	—	—	—	—

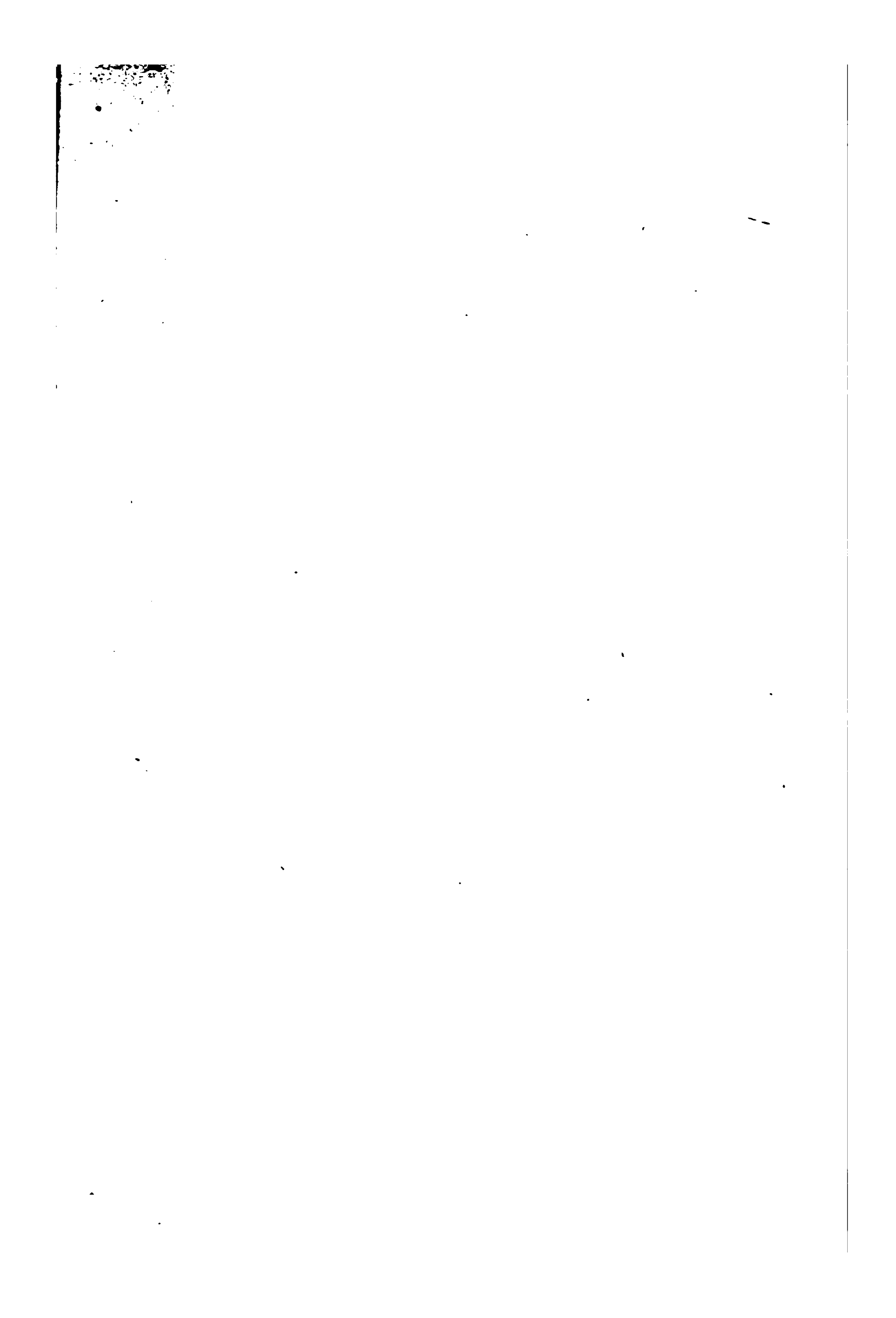
Bei der Einwirkung der Kälte sahen wir momentan eine Zunahme der Zahl und Tiefe der Athemzüge und des Athemvolums; nach längerer Einwirkung der Kälte und Sinken der Eigentemperatur nahm die Zahl der Athemzüge allmälig ab und sank unter die normale herab, es wurde aber wegen der tieferen Athemzüge noch länger mehr Luft geathmet als normal; nach langem Verweilen in der Kälte wurde endlich auch die Athemgrösse kleiner als die normale.

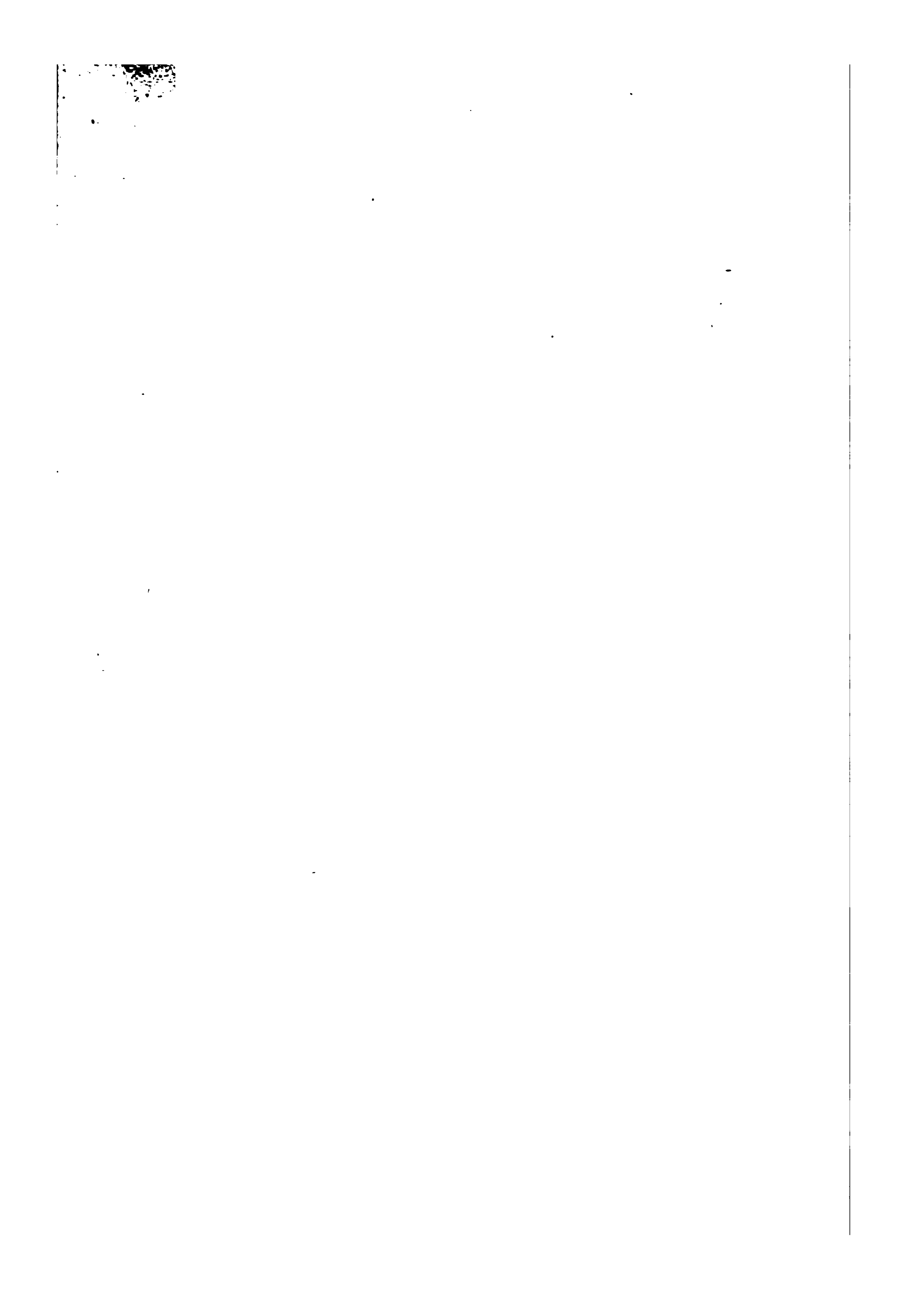
Bis auf die anfängliche Steigerung der Zahl der Athemzüge haben wir hier ganz die nämlichen Erscheinungen wie beim Erfrieren. Dies lässt sich aber sehr leicht erklären, da das Thier mit erwärmtem Leinölfirniss überstrichen wurde und also der anfängliche Kältereiz, der nach unseren früheren Betrachtungen die Steigerung in der Zahl der Athemzüge bedingt, nicht vorhanden war, sondern nur ganz allmälig die Abkühlung des ganzen Körpers

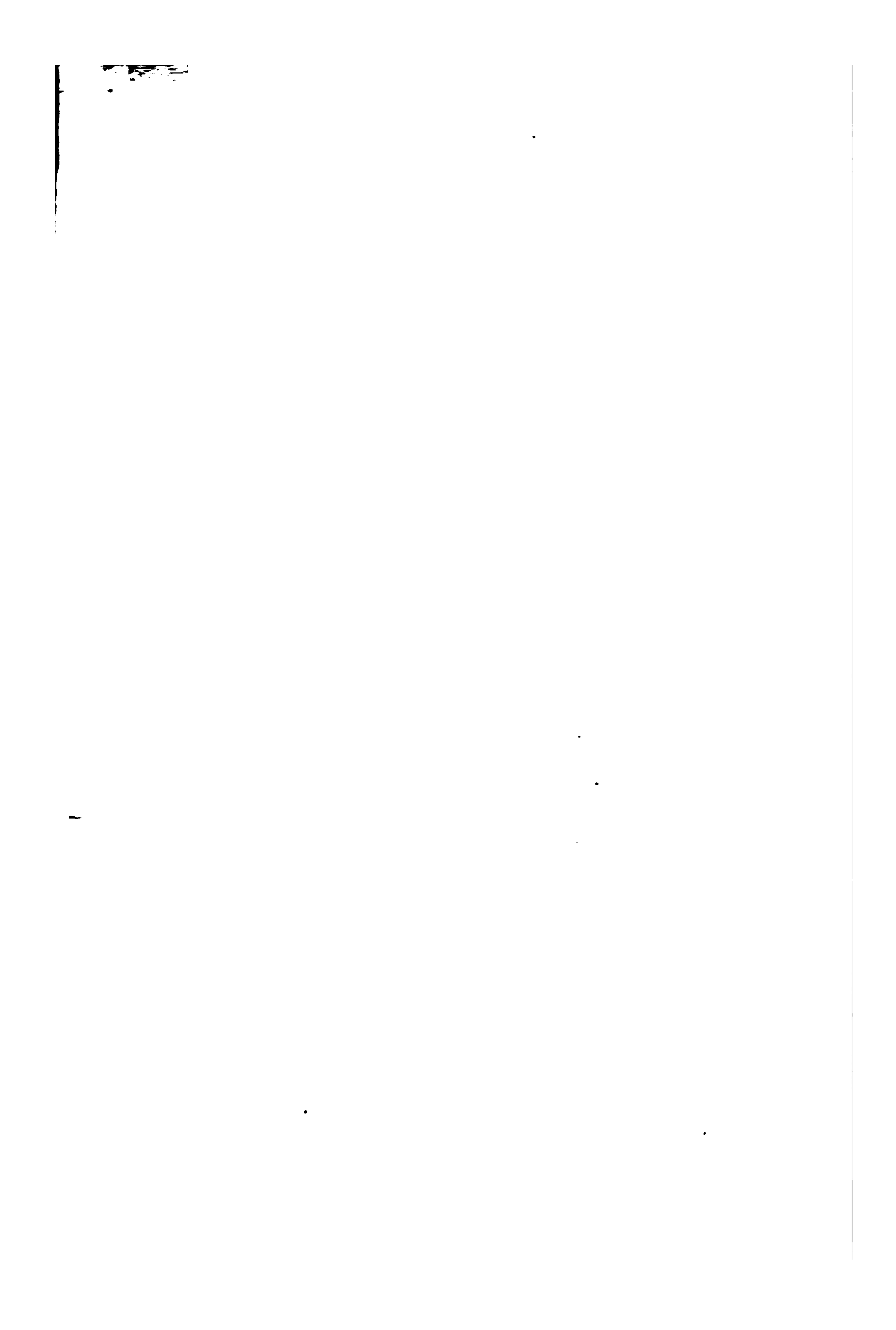
des Thieres eintrat. Rosenthal fand unmittelbar nach dem Firnissen eine Zunahme der Athemfrequenz und nachher beträchtliches Sinken derselben.

Von einer Verminderung der Athemthätigkeit durch die Unterdrückung der Hautperspiration und einer in Folge davon eintretenden Erstickung des Thieres kann keine Rede sein. Es geht vielmehr aus dem ganzen Versuche hervor, dass es sich bei der Firnissung des Thieres um nichts weiter handelt, als um die Wirkungen der Erkältung. Die Erklärung der anfänglichen Zunahme und dann der allmäligen Abnahme der Athemgrösse bei abnehmender Frequenz ist die gleiche wie bei dem Kälteversuche.

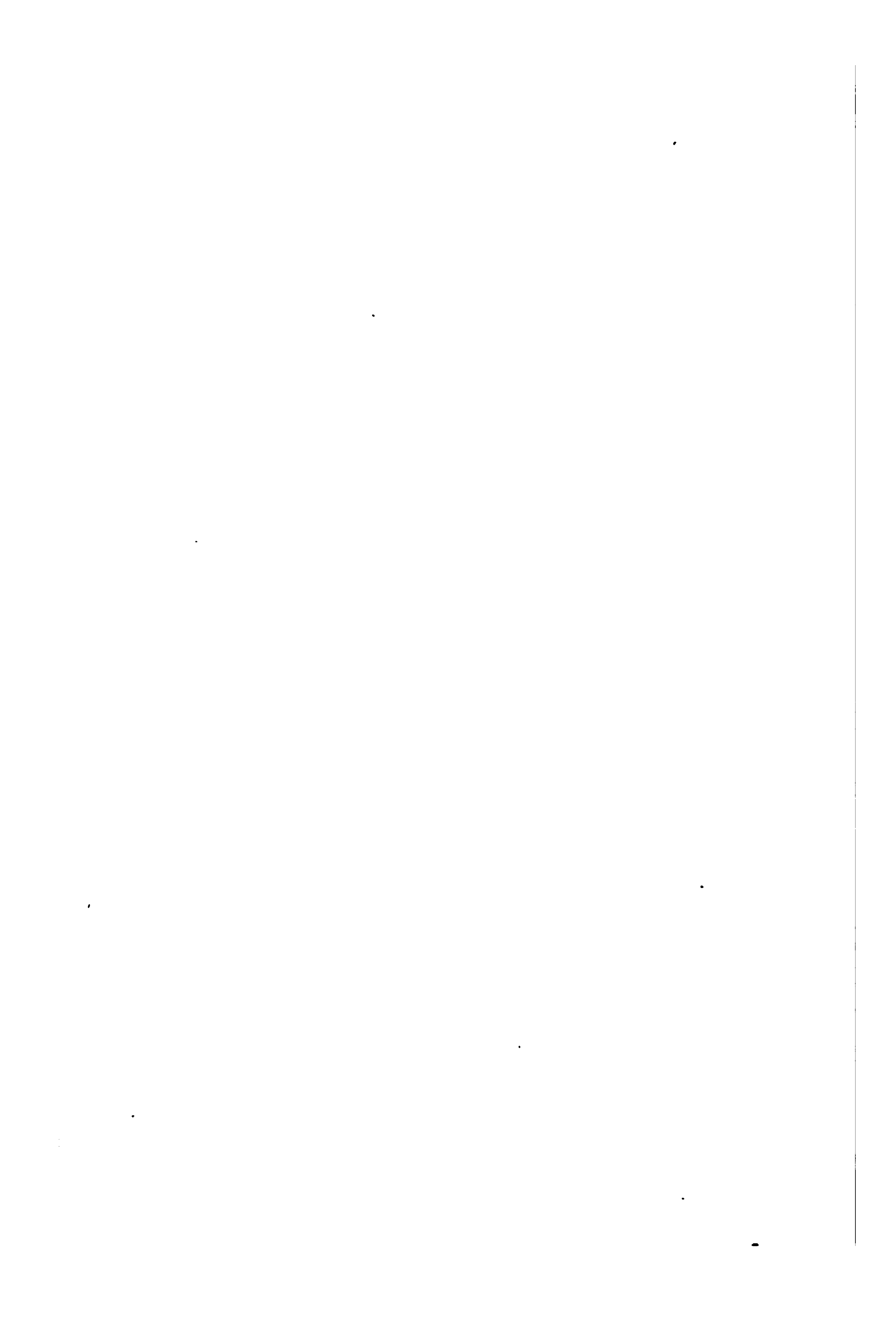


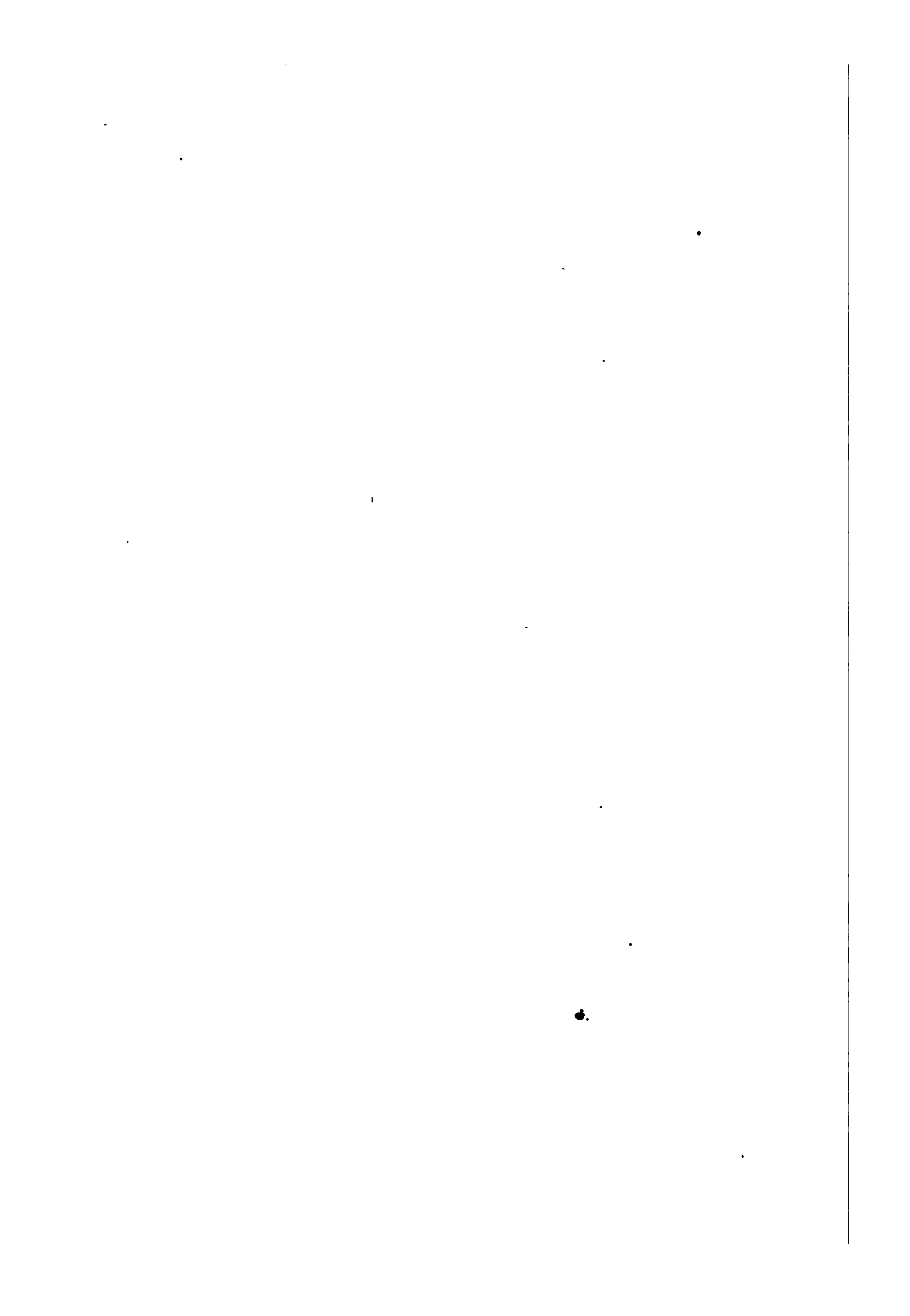




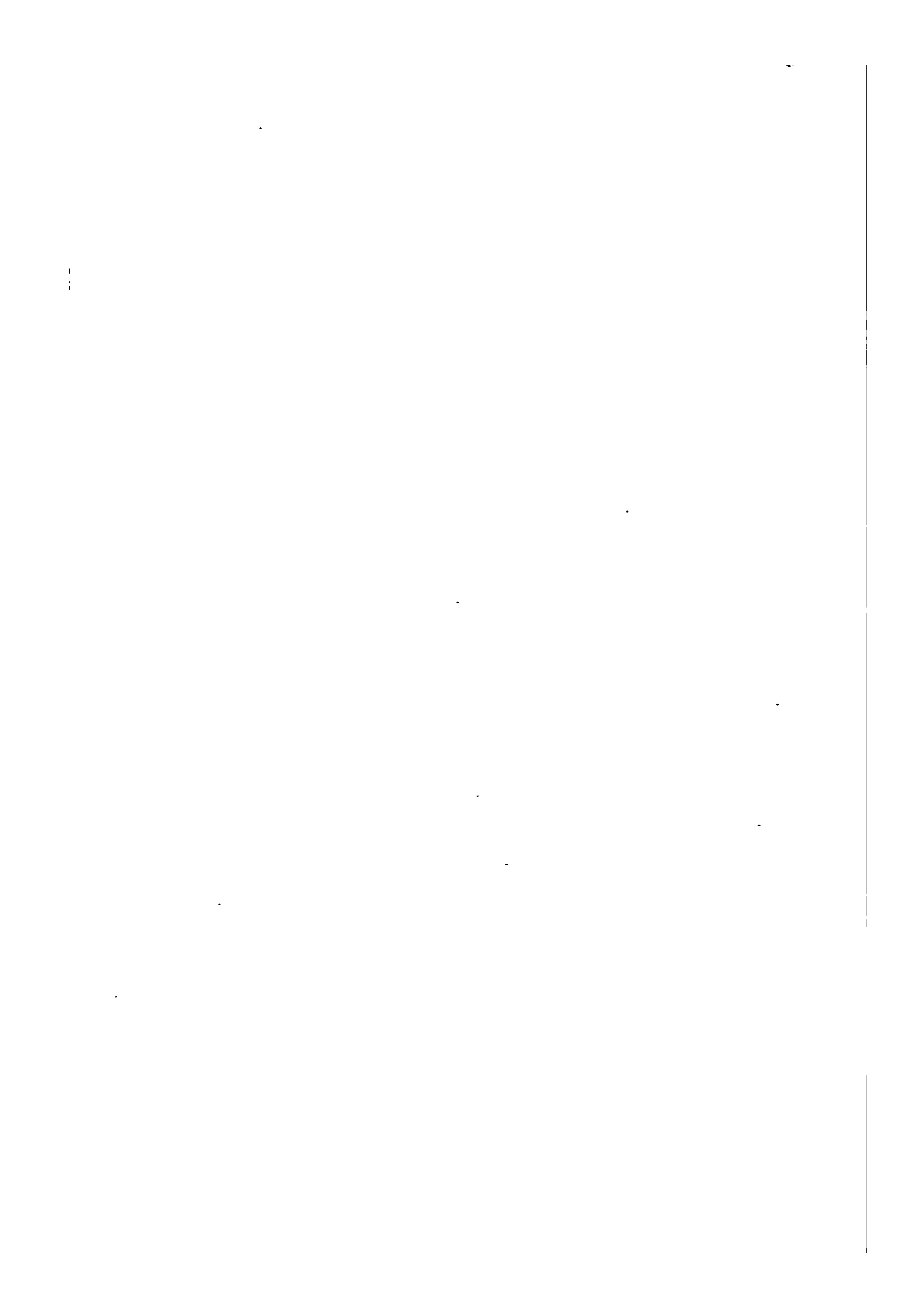


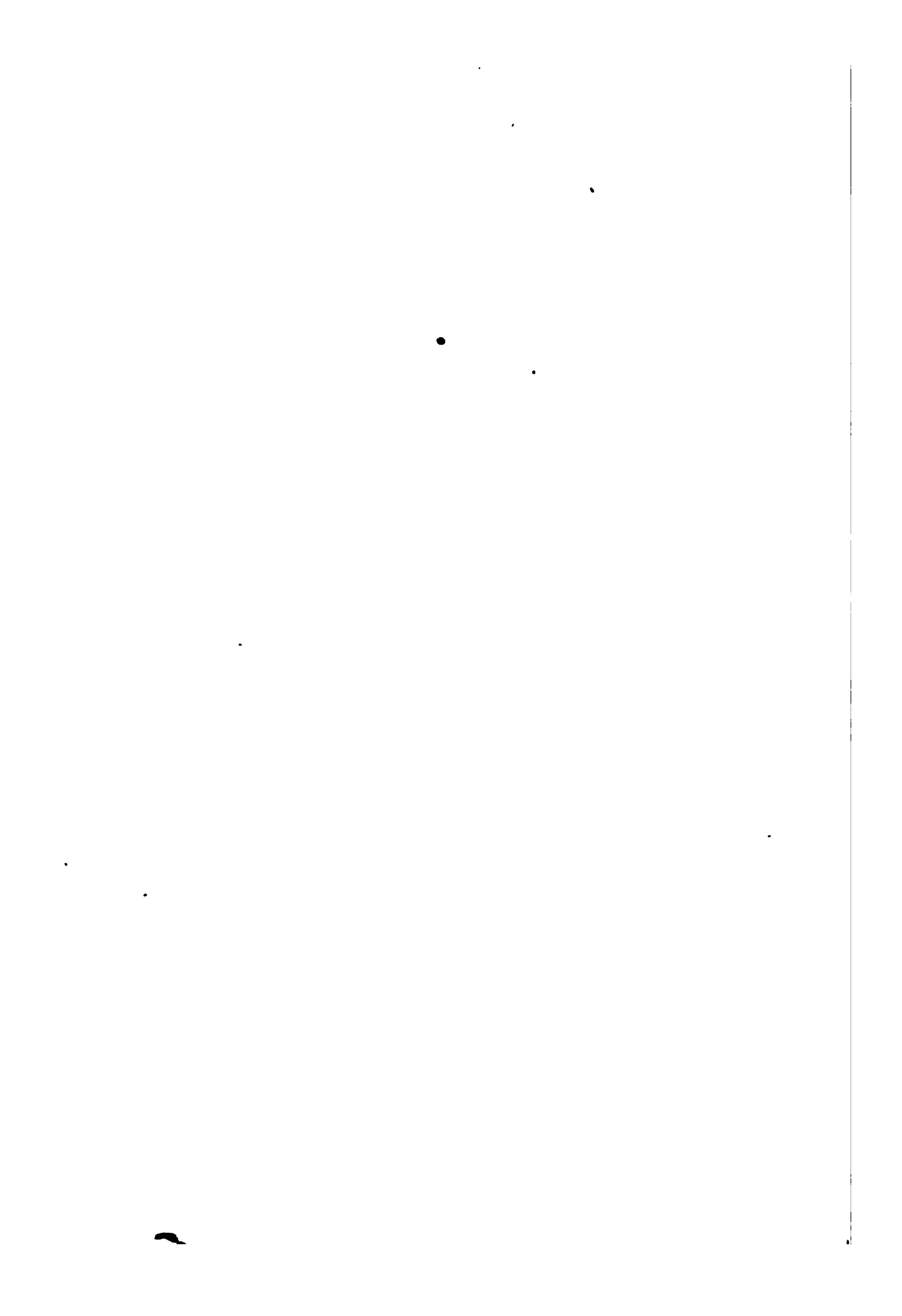




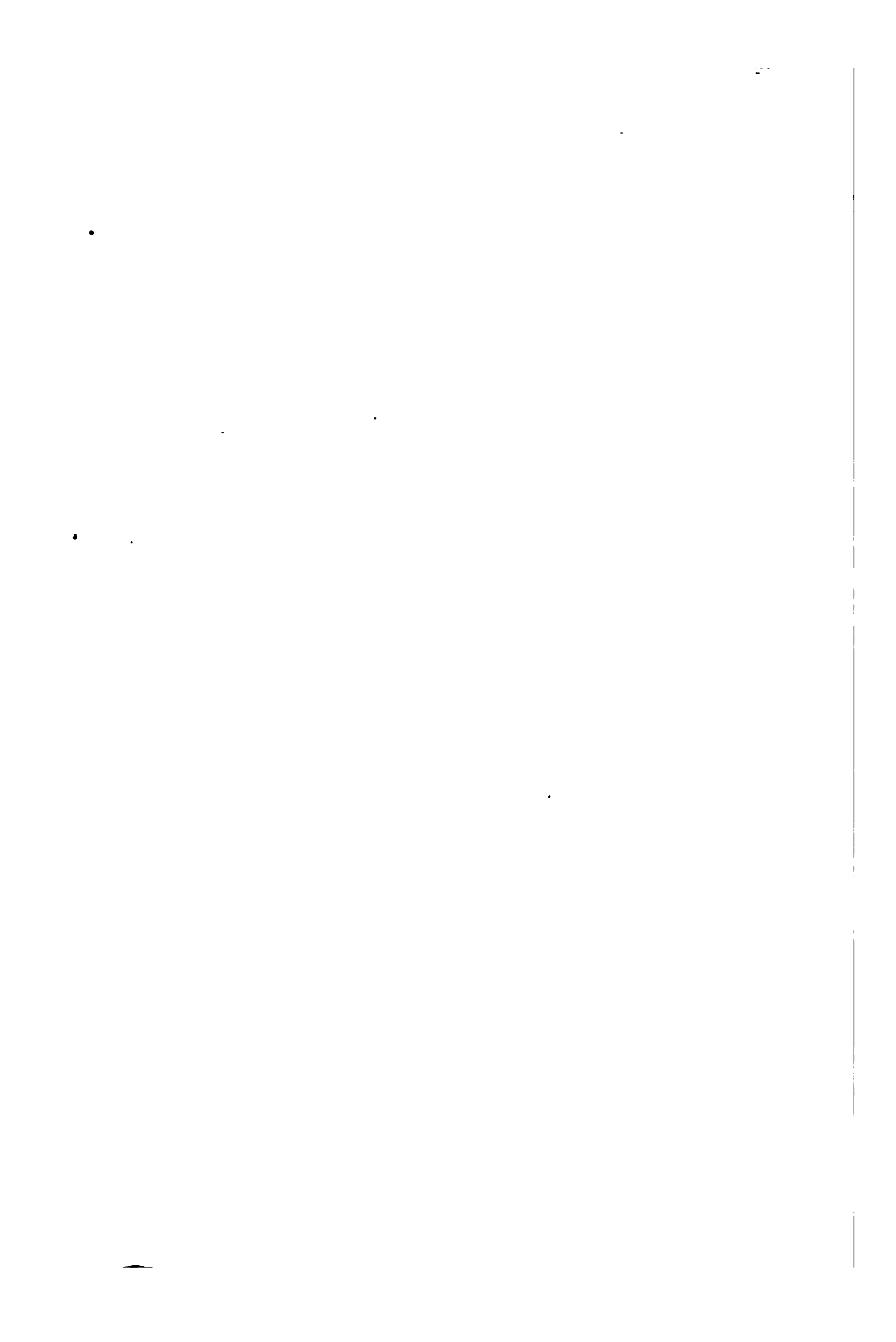


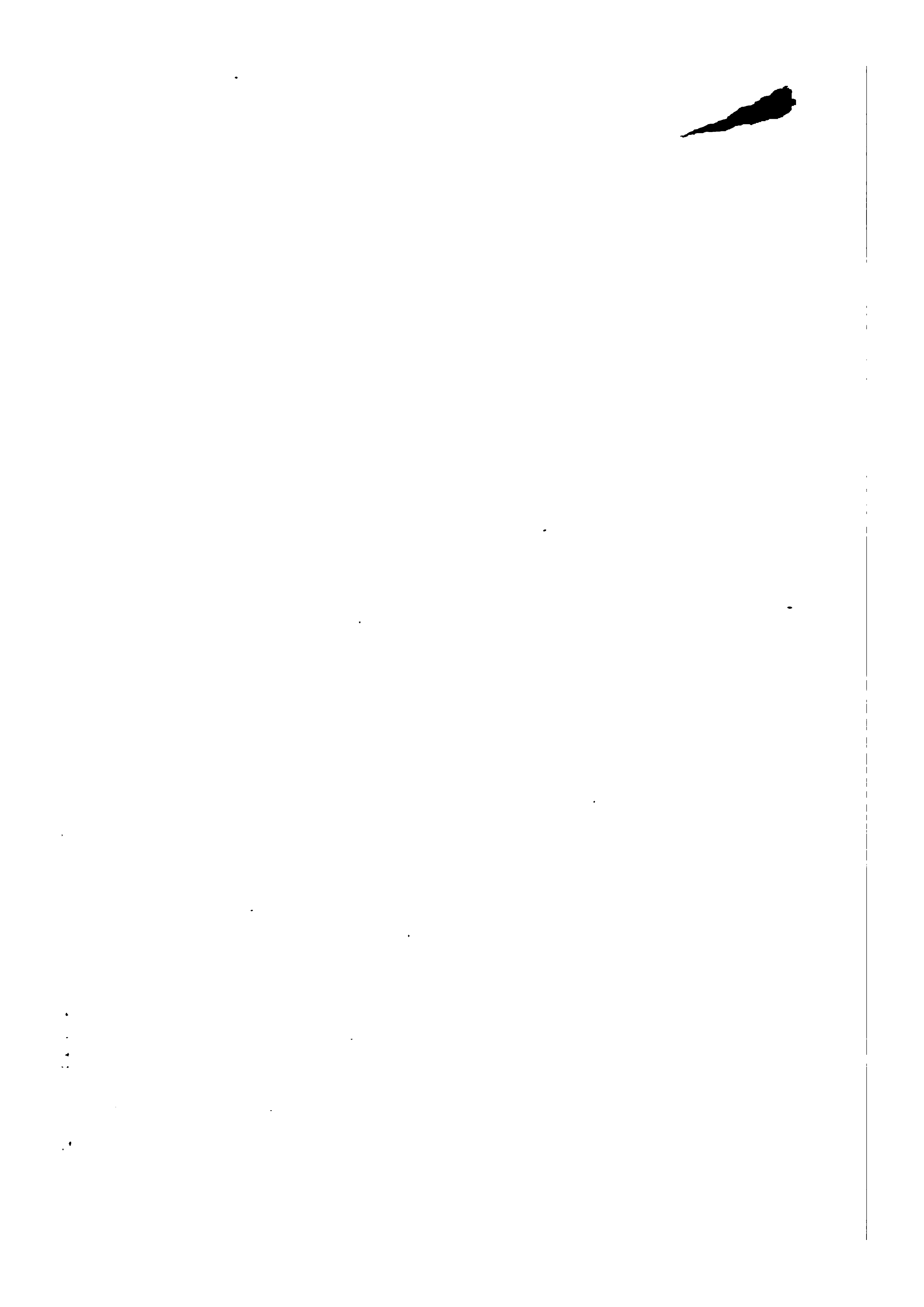












Ueber die physiologische Bedeutung des Alkohols für den thierischen Organismus.

Von

Dr. Victor Subbotin.

Die Liebig'sche Classification der Nahrungsmittel theilte dem Alkohol eine wichtige Rolle bei den Ernährungsprocessen im Thierorganismus zu, indem sie ihn zu derselben Gruppe zählte wie den Zucker, die Stärke und die Fette. Der grosse Gehalt des Alcohols an Kohlenstoff, die Leichtigkeit, mit welcher er sich ausserhalb des Körpers oxydirt und die Beobachtung, dass Personen, die reichlich Alkohol geniessen, weniger essen und dabei fett werden, — sprach augenscheinlich für eine solche Annahme. Die neueren Untersuchungen in diesem Gebiete der Biologie haben die früheren Ansichten über die Rolle verschiedener Nahrungsstoffe in vielfacher Beziehung geändert; dies ist auch, wie diese meine Arbeit nachweisen wird, für die Bedeutung nöthig, die man dem Alkohol zugeschrieben hat.

Die wichtigste Frage in der Lehre über die Wirkung des Alkohols ist ohne Zweifel die über die Veränderungen, welche der Alkohol im Körper erleidet: ob er nämlich, wie es die Vertheidiger seiner Nährkraft wollen, im Blute wirklich vollständig verbrannt wird, oder ob er, wie es einige schon längst gemachte, aber wenig berücksichtigte Beobachtungen anzunehmen erlauben, unverändert aus dem Blute ausgeschieden wird. Magendie[1]) hat zuerst gezeigt, dass eine Stunde nach Einführung von Alkohol in den Magen eines Thieres das Blut einen sehr starken Geruch nach Alkohol hat und dass man den Alkohol daraus abdestilliren kann; ferner

1) Magendie, Précis élémentaire de Physiologie; 4. edit. p. 187.

hat er, wie auch Tiedemann[1]) und Royer-Collard[2]), die Vermuthung ausgesprochen, dass der Alkohol ähnlich anderen dem thierischen Organismus fremden Substanzen durch die Lungen ausgeschieden wird. Klencke[3]) und Percy[4]) behaupteten, dass der Alkohol auch in die Nieren und in die Leber übergeht, da es ihnen gelungen war, ihn nicht nur in der Leber, sondern auch in der Galle, im Blute, in der Gehirnsubstanz und im Urin nachzuweisen.

Wöhler[5]), Royer-Collard[6]), Bouchardat und Sandras[7]) konnten aber den Alkohol im Urin, so wie auch (Bouchardat und Sandras) in anderen Secreten nicht auffinden.

Diese negativen Resultate, so wie auch die Beobachtung von Vierordt, dass Alkohol die Menge der im Athem ausgeschiedenen Kohlensäure verringert, haben viel dazu beigetragen, Liebig[8]) in seinen Ansichten über die Bedeutung des Alkohols zu unterstützen.

Die zunächst folgenden Untersuchungen von Becker, welche eine absolute und relative Verminderung der Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft, so wie auch eine absolute Verminderung des Harnstoffs nachgewiesen hatten, und dann die von Duchek[9]) haben die Sachlage nur wenig geändert. Duchek will namentlich bewiesen haben, dass der Alkohol sich im Blute sofort in Aldehyd verwandelt, welcher im ganzen Körper vertheilt und endlich durch die Lungen fortgeschafft wird. Nach der Meinung von Duchek bewirkt der Aldehyd dieselben Erscheinungen der Berauschung, wie der Alkohol; nach Ablauf derselben vermag man nach ihm Essigsäure und Oxalsäure im Blute nachzuweisen. Auf diesen Befund sich stützend kam er zu dem Schlusse, dass der aus dem Alkohol im Blute entstehende Aldehyd, da er leichter als Zucker verbrenne,

---

1) Zeitschrift für Physiologie, I. S. 2.

2) De l'usage et de l'abus des boissons fermentées etc. Paris, 1838, 19.

3) Untersuchungen über die Wirkung des Branntweingenusses auf den lebenden Organismus.

4) Experiment. researches; London, 1839.

5) Journal des progrés, 1827; t. II. 109.

6) l. c.

7) Ann. de Chimie et de Physique, 3. sér.; XXI, 448 und ff.

8) Thierchemie, 3. Auflage, S. 88—89.

9) Prag. Vierteljahresschrift, XXXIX, 104.

den letzteren vor der Oxydation schützt und dadurch die Möglichkeit zur Umwandlung desselben in Fett bietet.

Diese wenig auf experimentelle Nachweise gestützte Behauptung Duchek's hat eine ganze Reihe von Arbeiten veranlasst, die vollständig die Unrichtigkeit derselben bewiesen haben. Als Anfang dieser Reaction kann man die Arbeiten von Buchheim[1]), Masing[2]) und J. Setschenow[3]) betrachten. Ihre Untersuchungen haben freilich nicht die Abwesenheit des Aldehyds in der Ausathmungsluft, im Harne oder im Blute eines mit Alkohol vergifteten Thieres dargethan; dagegen aber haben sie ganz entschieden bewiesen, dass im Blute der vergifteten Thiere keine Essigsäure vorhanden ist, und dass in der exspirirten Luft so wie auch im Harne unveränderter Alkohol sich befindet. Masing hat ferner gezeigt, dass man bei der Destillation der Organe der mit Alkohol nicht vergifteten Thiere ein neutral reagirendes Destillat bekömmt, welches ebenfalls die Chromsäure reducirt.

Viel schlagender sind jedoch die Untersuchungen der französischen Aerzte Lallemand, Perrin und Duroy[4]), welche zu den folgenden Endresultaten gelangten: 1) Der Alkohol tritt unverändert ins Blut ein; 2) in das Blutsystem eingetreten wird er in unverändertem Zustande wieder aus dem Organismus auf verschiedenen Wegen, hauptsächlich durch die Nieren ausgeschieden, und 3) der Alkohol wird im Blute weder zu Aldehyd, noch zu Essig- oder Oxalsäure oxydirt.

In Widerspruch mit den französischen Gelehrten steht wieder die Meinung von Thudichum[5]), welcher den Alkohol als Nahrungsstoff betrachtet und zu beweisen sucht, dass derselbe, wenn er einmal in den Organismus eingeführt ist, gänzlich oxydirt und verbrannt wird, ausser einigen ganz unbedeutenden Spuren, welche

1) Deutsche Zeitschrift für Staatsarzneikunde, 1854.

2) Ueber die Veränderungen, welche mit genossenem Weingeist im Thierkörper vorgehen. Dorpat. 1854.

3) Матеріалы для будущей физіологіи алкогольнаго отравленія; С. Пъ. 1860 года. (Beitrag zu einer künftigen Physiologie der Alcoholvergiftung. St. Petersburg, 1880.

4) Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chir., 1859. S. 690—698.

5) Tenth Report of the Medical Officer of the privy council; 1868, 238—294.

hauptsächlich durch die Nieren das Blut verlassen (0,5—0,8% des eingeführten Alkohols).

Nach diesen sich einander widersprechenden Angaben tritt die Frage über die Menge des aus dem Thierkörper ausgeschiedenen Alkohols in den Vordergrund, und ich unternahm es desshalb in dieser Richtung Untersuchungen auszuführen. Ich widmete wenig Aufmerksamkeit darauf, ob der Alkohol als solcher oder als Aldehyd durch die Lungen und Nieren ausgeschieden wird, da streng genommen dieser Entscheid eine ganz untergeordnete Bedeutung bei der Beurtheilung der Rolle des Alkohols als eines Nahrungsstoffes hat; denn, wenn man auch erwiesen hätte, dass der Alkohol im Blute sich zu Aldehyd oxydirt, aber zugleich ermittelt hätte, dass Alkohol oder Aldehyd in bedeutenden Mengen aus dem Organismus fortgeschafft werden, so würde es nicht schwer fallen die physiologische Bedeutung des Alkohols festzustellen: denn es wird in diesem Falle schwerlich Jemand behaupten, dass bei der Umwandlung des Alkohols in Aldehyd so viel lebendige Kraft frei wird, um für alle diejenigen Leistungen auszureichen, welche die meisten Gelehrten dem Alkohol zuschreiben.

Ehe ich zur Mittheilung meiner Versuche, welche ich im Laboratorium des Herrn Prof. C. Voit in München ausgeführt habe, übergehe, muss ich die Methode beschreiben, welche ich zur Bestimmung des Alkohols angewendet habe. Dieselbe war eine indirekte, indem ich den Alkohol mit Chromsäure zu Essigsäure oxydirte. Diese Methode giebt gute Resultate, wenn man aequivalente Mengen von chromsaurem Kali und Schwefelsäure, oder wenn man gleich eine entsprechende Menge von reiner Chromsäure nimmt. Man mischt zuerst das chromsaure Salz oder die Chromsäure mit der Flüssigkeit, welche den Alkohol enthält, in einem Kolben und setzt dann allmählich die Schwefelsäure in verdünntem Zustande zu. Man verschliesst hierauf den Kolben und erwärmt mässig während 24 Stunden in einem Sandbade, wobei der ganze Alkohol oxydirt wird, und die Flüssigkeit eine dunkelgrüne Färbung annimmt. Man destillirt darnach die Flüssigkeit im Kolben, wobei Wasser und Essigsäure übergehen. Um alle Essigsäure auszutreiben, ohne Schwefelsäure in das Destillat übertreten zu lassen, muss man die aus dem

Kolben abdestillirte Flüssigkeit so lange wieder ersetzen, so lange das Destillat noch Lackmuspapier röthet. Man misst zuletzt die Menge des erhaltenen Destillats und bestimmt in einem Theil desselben die Essigsäure mittelst einer Normalnatronlösung. Aus der Menge der Essigsäure berechnet man den Gehalt der analysirten Flüssigkeit an Alkohol.

1cc. normal Oxalsäure entspricht = 0,01 grm. $\overline{O}$
„ „ Natronlösung „ = 1cc. $\overline{O}$
„ „ Oxalsäure „ = 0,0051 grm. NaHO
„ „ Natronlösung „ = 0,0094 „ $\overline{A}$
„ „ „ „ = 0,0072 „ Alkohol.

Ist die alkoholhaltige Flüssigkeit nicht rein, und erwartet man nur sehr geringe Mengen von Alkohol, so verfährt man so, wie es später bei Beschreibung meiner Versuche angedeutet ist, und berechnet die Analyse gerade so, wie in dem ersten Falle. Die Versuche, welche ich zur Prüfung dieser Methode der Alkoholbestimmung ausgeführt habe, haben mir folgendes gezeigt. Zu jeder Probe wurden 5 cc. eines 29% Alkohols genommen, welcher Procentgehalt genau 1,15 grm. absolutem Alkohol in der genommenen Flüssigkeitsmenge entspricht. Zur Oxydation benützte ich ein Gemisch von 10 grm. chromsaurem Kali und 13 grm. Schwefelsäure in 150 grm. Wasser gelöst. Die bei drei Analysen erhaltenen Zahlen sind folgende:

	Alkohol	
	gefunden	berechnet
1. Versuch . . .	1,231 grm.	1,151 grm.
2. „ . . .	1,224 „	
3. „ . . .	1,220 „	

Was nun meine Experimente selbst betrifft, so habe ich sie mittelst eines kleinen nach dem Prinzip des grossen Pettenkoferschen gebauten Respirationsapparates, welchen Herr Prof. C. Voit die Güte hatte zu meiner Disposition zu stellen, an Kaninchen ausgeführt. Der verdünnte Alkohol, dessen Gehalt an absolutem Alkohol zu 29% bestimmt war, wurde in den Magen des Thieres durch den Oesophagus eingespritzt, wozu der letztere am Halse geöffnet und dann abgebunden wurde. Das Einspritzen des Alkohols

und Unterbinden der Oesophagus dauerte gewöhnlich nur einige Augenblicke, wonach das Thier sogleich unter die Glocke des Athemapparates gebracht wurde.

Die Luft aus der Glocke wurde durch Saugcylinder zuerst durch die Absorptionsapparate für Alkohol und Essigsäure geleitet, und dann zur Controlirung des Ganges der Ventilation in eine Gasuhr gedrückt.

Im 1ten Versuche diente mir als Absorptionsapparat ein ungefähr 5 Liter fassender Glaskolben und zwei Flaschen mit Wasser, die von einer Kältemischung aus Eis und Salz umgeben waren. Die Durchleitung der Luft durch die Absorptionsgefässe dauerte 5 Stunden; die Flüssigkeit, welche sich im Kolben condensirte und das Wasser aus beiden Flaschen wurden dann mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure oxydirt und der Destillation unterworfen. Zur Neutralisation des sauren Destillats wurden 7,6 cc. der Normalnatronlösung verbraucht, was nach obigen Angaben 0,0547 grm. absolutem Alkohol entspricht. Da die Menge des eingeführten absoluten Alkohols (10 cc. einer 29% Alkohollösung) 2,3 grm. war, so betrug die Menge des in 5 Stunden ausgeathmeten und in den Absorptionsgefässen condensirten Alkohols nur 2,3 % des eingespritzten.

Im 2ten Versuche war die Menge des eingeführtrn Alkohols etwas grösser, es wurden nämlich 15 cc. (3,45 grm. abs. Alkohol) von derselben Lösung angewendet.

Der Absorptionsapparat bestand diesmal, da der im ersten Versuche benützte sich als ungenügend erwiesen hatte, aus einem Kolben mit einer concentrirten Lösung von chromsaurem Kali und Schwefelsäure, welcher während des ganzen Versuches in einem Wasserbade erwärmt wurde, und aus einer Flasche mit Natronlösung zur Aufnahme der im Kolben entstandenen und übergegangenen Essigsäure. Die Flüssigkeitschichten in beiden Gefässen waren nur 3—4 centim. hoch, da ohnedem die Widerstände für die Ventilation sehr vergrössert waren. Das Durchleiten der Luft aus dem Athemraume durch den Absorptionsapparat dauerte 5½ Stunden. Doch auch diese Absorptionsanordnung erwies sich als ungenügend, da die Wassertröpfchen, welche sich hinter der Flascho

mit Natronlösung condensirten, eine deutlich saure Reaktion hatten. Bei der grossen Geschwindigkeit der Ventilation hatte die Chromsäure nicht Zeit genug die ganze Menge des ausgeathmeten Alkohols in Essigsäure zu verwandeln, und die erzeugte Essigsäure wurde nur unvollständig von der Aetznatronlösung aufgehalten.

Trotz diesem ungünstigen Verhältnisse war die Menge der im Absorptionsapparate zurückgebliebenen Essigsäure doppelt so gross, als wie in dem ersten Versuche. Zur Neutralisation des Destillats wurden 23,4 cc. Natronlösung verbraucht, was 0,1675 grm. abs. Alkohol entspricht und 4,85 % des in den Magen eingeführten Alkohols ausmacht.

In 25 cc. Harn [1]), welche das Kaninchen während des Versuches entleerte, wurden 1,94 % des eingeführten Alkohols nachgewiesen, so dass im Ganzen während der ersten 5½ Stunden nach der Einführung des Alkohols, ohne Berücksichtigung der Verluste, 7 % der eingeführten Menge wieder aus dem Körper ausgeschieden wurden.

Im 3ten Versuche erhielt das Kaninchen wiederum 15 cc. von der oben erwähnten Alkohollösung. Der Absorptionsapparat wurde jetzt auf folgende Art construirt. Die aus dem Respirationskasten ausgesogene Luft wurde zuerst in einem mit destillirtem Wasser gefüllten Kolben befeuchtet, und dann durch eine Reihe von mit Glasperlen gefüllten Röhren (30 cent. lang, 5 cent. im Durchmesser) durchgeleitet, von welchen die erste mit einer concentrirten Lösung von Chromsäure und die zwei letzten mit einer concentrirten Aetznatronlösung benetzt waren; das erste Rohr wurde während des ganzen Versuchs in einem Wasserbade erwärmt. Der Versuch dauerte 5½ Stunden, die Menge der im Absorptionsapparate zurückgebliebenen Essigsäure entsprach 0,1847 grm. oder 5,35 % des eingeführten Alkohols, was mit der Menge des in 35 cc. Harn

1) Zur Bestimmung des Alkohols im Kaninchenharn verfuhr ich auf folgende Weise: Der Harn wurde zuerst bis zur Hälfte seines Volumens abdestillirt, das alkalisch reagirende Destillat mit verdünnter Schwefelsäure neutralisirt und dann nochmals destillirt. Dies neue Destillat wurde dann mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure behandelt und wieder einer neuen Destillation unterworfen, worauf die übergehende sauer reagirende Flüssigkeit mit Normalnatronlösung geprüft wurde.

ausgeschiedenen Alkohols (0,0705 grm. oder 2,05 %) ungefähr 7,5 % des eingeführten Alkohols betrug.

Zur richtigen Beurtheilung dieser Versuche schien es mir nothwendig noch einige Controlversuche auszuführen; ich musste nämlich 1) zu entscheiden suchen, in wie weit man die Leistung der angewandten Apparate als genügend betrachten kann, d. h. ob man die von mir erhaltenen Zahlen als den wahren Ausdruck des durch Haut und Lungen ausgeschiedenen Alkohols betrachten darf, und ich musste 2) bestimmen wie gross der Fehler ist, welcher dadurch entsteht, dass unter den Producten der Perspiration des Kaninchens, so wie auch in der atmosphärischen Luft immer eine gewisse Menge organischer Sustanzen sich befindet, welche mögicherweise bei der Oxydation mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure eine saure Flüssigkeit liefern, und auf diese Weise die Bestimmung des Alkohols aus der Menge der Essigsäure unrichtig achen können. Zur Beantwortung dieser Fragen habe ich folgende Versuche angestellt.

4ter Versuch. 5 cc. von derselben Alkohollösung, welche auch bei den vorigen Versuchen im Gebrauch war, wurden in dem Respirationskasten auf Fliesspapier ausgegossen, und nun der ganze Versuch gerade so gemacht, als hätte das Kaninchen statt des Fliesspapiers unter der Glocke des Respirationskastens sich befunden. Die Saugcylinder waren $1^1/_2$ Stunden in Thätigkeit bis das Fliesspapier vollständig ausgetrocknet war. Die Absorptionsgefässe für den Alkohol waren ganz so eingerichtet, wie bei dem letzten (3ten) Versuche. Zur Neutralisation des sauren Destillats wurden 36 cc. normaler Natronlösung verbraucht, was 0,2592 grm. abs. Alkohol entspricht und folglich nur 22,4 % des unter die Glocke eingeführten Alkohols ausmacht.

5ter Versuch. Da die Menge des Alkohols, welche durch die Lungen in jedem gegebenen Momente ausgeschieden wird, sehr gering ist, so machte ich noch einen zweiten Controlversuch, bei dem ich, um die Verhältnisse am Thier besser nachzuahmen, die Menge des Alkohols in der durch den Absorptionsapparat durchströmenden Luft zu vermindern suchte. Zu dem Zwecke stellte ich unter die Glocke des Respirationsapparates während 50

Minuten eine gewöhnliche Spirituslampe, welche mit Alkohol von 92% gefüllt und vor und nach dem Versuche gewogen wurde. Der Unterschied im Gewichte zeigte die Menge des unterdess verdunsteten und durch die Absorptionsflüssigkeit geströmten Alkohols.

Das Gewicht der Lampe vor dem Versuch	=	195,846 grm.
„ „ „ „ nach „ „	=	195,620 „
		0,226 grm.

Die Menge der in dem Destillate nachgewiesenen Essigsäure entsprach 0,153 grm. abs. Alkohols, und da 0,226 grm. 92% Alkohols 0,207 grm. abs. Alkohol enthält, so verhält sich die Menge des absorbirten Alkohols zu dem verdunsteten wie 73,5:100.

6ter Versuch. Um die zweite der oben angeführten Fragen zu entscheiden, nämlich um den Fehler zu bestimmen, welchen die Beimengung der Perspirationsproducte, so wie auch der organischen Substanzen der atmosphärischen Luft herbeiführt, richtete ich den Versuch ganz so ein, wie die früheren, nur setzte ich unter die Glocke des Respirationsapparates ein Kaninchen, dem kein Alkohol gegeben war. Die Ventilation des Apparates dauerte 5½ Stunden. Der Inhalt des Absorptionsapparates wurde der Destillation wie gewöhnlich unterworfen, und das Destillat, welches eine kaum merklich saure Reaction zeigte mit Normalnatronlösung neutralisirt, wozu 4,3 cc. derselben verbraucht wurden, was nur 0,0309 grm. abs. Alkohol entspricht. Diese Fehlerquelle scheint also ganz unbedeutend zu sein, namentlich im Vergleich mit der mangelhaften Wirkung der Absorptionsapparate; man muss aber jedenfalls die Mengen des in den unter den gleichen Verhältnissen ausgeführten Versuchen Nr. 2 und 3 gefundenen Alkohols um 0,0309 grm. vermindern.

Der Uebersichtlichkeit wegen stelle ich die von mir erhaltenen Zahlen in folgender Tabelle zusammen:

	Menge des Alkohols						Die Menge der org. Subst. in der Respirationsluft in Alkoholeinheiten ausgedrückt in $5^1/_2$ Stunden
	eingeführt		ausgeschieden			absorbirt in den Controlversuchen IV und V	
	im Magen des Kaninchens	unter die Glocke des Respirationsapp.	durch Lunge und Niere	durch Niere	durch Lunge und Haut		
I	2,30 grm.	—	—	—	0,0547 grm. 2,8 %	—	—
II	3,45 „	—	0,2345 grm. 6,79 %	0,067 grm. 1,94 %	0,1675 grm. 4,85 %	—	—
III	3,45 „	—	0,2552 grm. 7,4 %	0,0705 grm. 2,05 %	0,1847 grm. 5,35 %	—	—
IV	—	1,15 grm.	—	—	—	0,2592 grm. 22,54 %	—
V	—	0,226 „	—	—	—	0,207 grm. 73,5 %	—
VI	—	—	—	—	—	—	0,0[illegible]9 grm.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor,

1) dass schon in den ersten 5 Stunden nach der Einführung des Alkohols in den Thierorganismus nicht unbeträchtliche Mengen desselben durch Haut und Lungen, so wie auch durch die Nieren ausgeschieden werden;

2) dass durch die Haut und Lungen wenigstens zweimal soviel Alkohol ausgeschieden wird, als durch die Nieren, im Gegensatz zur Behauptung der französischen Gelehrten (Lallemand, Perrin und Duroy), welche die Hauptrolle in der Ausscheidung des Alkohols den Nieren zuschreiben;

3) dass die von mir erhaltenen Zahlen bei weiten nicht die wirklichen Mengen des auf den verschiedenen Wegen entfernten Alkohols ausdrücken, was von folgenden Ursachen bedingt ist:

a) durch die Schwierigkeit die ganze Menge des Alkohols zu absorbiren und in Essigsäure zu verwandeln;

b) durch die theilweise Condensation des Alkohols an den Wänden des Respirationskastens;

c) durch die Schwierigkeiten, welche das Reguliren der Ventilation des Athemraumes darbietet, indem man dafür zu sorgen hat, dass weder die Respiration des Thieres, die eine rasche

Lufterneuerung, noch die Absorption des Alkohols, die ihrerseits im Gegentheil eine möglichst langsame Durchleitung der Luft fordert, während des Experimentes leidet;

d) durch die Abnahme der Absorption am Ende des Versuches, wo die Ausscheidung des Alkohols verhältnissmässig lebhafter vor sich gehen muss, was nach den Controlversuchen IV. und V. einen Fehler in der Bestimmung herbeiführt;

e) durch die zu kurze Beobachtungszeit von nur 5—6 Stunden, da Lallemand, Perrin und Duroy gezeigt haben, dass die Ausscheidung des Alkohols viel länger, manchmal sogar über 32 Stunden dauert;

f) durch die unvollständige Aufnahme des Alkohols im Magen und Darmkanal, da die Untersuchungen von Thudichum und Dupré erwiesen haben, dass in den Excrementen von Personen, die Alkohol genossen haben, stets geringe Spuren desselben nachzuweisen sind[1]).

Nachdem ich im Winter 1870 obige Resultate erhalten hatte, setzte ich im Sommer dieses Jahres, wo ich München abermals besuchte, meine Versuche fort.

Meine Hauptaufgabe bestand diesmal darin, zu entscheiden, wie lange die Alkoholausscheidung aus dem Thierorganismus anwährt. Die Destillation und die Bestimmung des Alkohols wurden diesmal durch gütige Erlaubniss des Herrn Prof. M. v. Pettenkofer in dessen Laboratorium vorgenommen.

1ster Versuch. Einem ziemlich starken Kaninchen, welches 1840 grm. wog, wurden 15 cc. einer Alkohollösung von 30%, die einem Gehalte von 4,341 grm abs. Alkohol entsprechen, durch den am Halse blossgelegten Oesophagus in den Magen eingespritzt. Der Absorptionsapparat war jetzt folgendermassen eingerichtet. Er bestand aus 4 grossen bis auf $^3/_4$ ihres Rauminhalts mit schwarzen Glasperlen gefüllten Wulff'schen Flaschen, welche mittelst ziemlich weiten, bis auf den Boden der Flaschen gehenden Glasröhren, unter einander in Verbindung gebracht waren, so, dass die aus dem

---

1) Es wäre auch möglich, dass durch die Schleimhaut des Darmkanals Alkohol aus dem Blute ausgeschieden wird.

Respirationskasten durch die Saugcylinder weggenommene Luft von unten nach oben durch die Flaschen gehen und auf diese Weise mit der die Perlen benetzenden Flüssigkeit in die innigste Berührung kommen musste. In den zwei ersten Flaschen, welche in einem Wasserbade fortwährend erwärmt wurden, waren die Perlen mit einer concentrirten Chromsäurelösung, in den beiden letzten Flaschen mit einer Aetznatronlösung befeuchtet.

Der Versuch begann um 8′ 45″ Morgens. Um 10′ 30″ entleerte das Kaninchen 125 cc. Harn. Die Ventilation des Apparates war eine ausreichende, da stündlich etwa 200 Liter Luft durch den Apparat durchgezogen wurden. An den Wänden des Respirationsapparates bildete sich kein merklicher Beschlag von Wasser. Um 1′ Nachmittags, nach 4¼ Stunden, wurde der Versuch unterbrochen und das Kaninchen aus dem Kasten entfernt. Der Absorptionsapparat wurde nun durch einen anderen auf gleiche Weise eingerichteten ersetzt. Um 2′ 20″ begann der Versuch wieder und wurde bis 8′ 30″ Abends fortgesetzt. Auf diese Weise konnte ich die Ausscheidung des Alkohols während 11½ Stunden verfolgen.

Der Harn und der Inhalt beider Absorptionsapparate wurde nun auf Alkohol, resp. Essigsäure untersucht.

Die 125 cc. Harn enthielten 0,0907 grm. oder 1,32 % des eingeführten Alkohols; das Destillat aus dem ersten Absorptionsapparate gab 0,1944 grm. oder 4,48 %, aus dem zweiten 0,2041 grm. oder 4,7 % Alkohol. Wenn wir dazu noch die Menge des Alkohols die in den 1¼ Stunden, während welchen der Versuch unterbrochen war, zurechnen, unter der Annahme, dass die Ausscheidung des Alkohols während dieser Zeit nach demselben Maassstabe, wie in den 4½ Stunden vorher fortdauerte (also in 1¼ Stunden 0,057 grm. oder 1,32 % Alkohol), so bekommen wir im Ganzen 0,516 grm. oder 12,6 % des eingeführten Alkohols, welche während 11½ Stunden durch die Lungen, die Haut und die Nieren des Kaninchens ausgeschieden wurden. Diese Menge Alkohol kann man jedenfalls nur als das Minimum des in der Wirklichkeit ausgeschiedenen Alkohols betrachten, da, wie schon vorher gesagt worden ist, der Absorptionsapparat nur mangelhaft wirkte.

2ter Versuch. Da der eben angeführte Versuch deutlich

zeigte, dass die Alkoholausscheidung aus dem Thierorganismus im Laufe der ersten 12 Stunden immer noch mit einer bedeutenden Lebhaftigkeit vor sich geht, so habe ich, um die Grenze dieser Ausscheidung zu bestimmen, den folgenden Versuch angestellt.

Um 6′ 30″ Abends bekam ein Kaninchen 4,34 grm. absol. Alkohol und wurde dann wieder frei gelassen; erst nach ungefähr 14 Stunden, um 8′ 15″ Morgens des nächstfolgenden Tages wurde es unter die Glocke des Respirationsapparates gebracht. Den Versuch theilte ich wieder in zwei Hälften ein: von 8′ 15″ in der Frühe bis 12′ 15″ Nachmittags, und dann wieder von 3′—7′ 30″ Abends. Der Inhalt der beiden Absorptionsapparate wurde gerade so wie in dem ersten Versuche behandelt. Nach der Destillation lieferte der erste Apparat, welcher von 8′ 15″ in der Frühe bis 12′ 15″ Nachmittags in Thätigkeit war, ein Destillat, welches zu seiner Neutralisation 8,6 cc. der Aetznatronlösung verbrauchte; zur Neutralisation des Destillats aus dem zweiten Apparate waren nur 6,4 cc. Natronlösung nöthig. Die Menge des Alkohols, die während der Unterbrechung des Versuches ausgeschieden wurde, kann man leicht berechnen unter der ganz gerechtfertigten Voraussetzung, dass die Ausscheidung nach demselben Maassstabe, wie in dem Zeitraum von 8′ 15″—12′ 15″ vor sich ging, also ungefähr in einer Menge, die 5,92 cc. der Natronlösung entspricht. Im Ganzen wurden folglich in dem Zeitraume von 11¼ Stunden, der die zweite Hälfte einer 24stündigen Periode ausmachte, 0,150 grm. oder 3,47% Alkohol ausgeschieden, d. h. viermal weniger, als während der ersten 11½ Stunden der 24stündigen Periode. Daraus kann man schliessen, dass gewöhnlich während 24 Stunden mindestens 10% des eingeführten Alkohols in unverändertem Zustande (oder als Aldehyd?) den Körper wieder verlassen.

Obwohl also die von mir gefundenen Mengen des ausgeschiedenen Alkohols grösser sind, als es bisher den Anhängern seiner Nährkraft schien, so schliessen sie doch die Annahme, dass ein Theil des Alkohols im Organismus verbrannt wird, nicht aus. Auf Grund der Untersuchungen von Masing, Sotschenow und Lallemand, Perrin und Duroy könnte man freilich die Meinung hegen, dass der Alkohol im Blute nicht oxydirt werde, doch scheint

es mir, dass die Abwesenheit der Essigsäure im Blute der mit Alkohol vergifteten Thiere noch nicht als Beweis für diese Ansicht betrachten werden darf. Es könnte dennoch wohl möglich sein, dass der Alkohol langsam und in kleiner Menge in jedem gegebenen Momente sich oxydirend, im Blute die Bedingungen findet, um sich in essigsaures Salz umzuwandeln, welches dann weiter in kohlensaures Salz und Wasser zerfällt, wie es mit den in das Blut eingeführten essigsauren Kali- oder Natronsalzen der Fall ist. Ich nehme desshalb an, dass neben der Ausscheidung des Alkohols durch die Lungen, Haut und Nieren gleichzeitig ein Theil desselben im Organismus oxydirt wird.

Diese Annahme berechtigt uns dennoch nicht den Alkohol als einen Nahrungsstoff anzusehen, er bildet keinen Bestandtheil des Thierkörpers und betheiligt sich durch seine Zersetzung nur unwesentlich an der Lieferung lebendiger Kraft für denselben. Er ist in dieser Hinsicht keine Quelle für die mechanischen Thätigkeiten im Thierkörper. Essigsaure Salze, so wie auch die Salze anderer organischer Säuren verbrennen auch im Blute, sie entwickeln also eine gewisse Menge lebendiger Kraft, und doch bezeichnet sie Niemand als Nahrungsstoffe, weil die Kraftleistungen im Thierkörper nur durch Umwandlung der lebendigen Materie, der Bestandtheile des Thierkörpers, nicht aber durch Zersetzung dem Organismus fremder Stoffe ermöglichet werden. Wenn man auch in gewisser Hinsicht den Thierorganismus mit einer Dampfmaschine vergleichen kann, welchen Vergleich Einige in zu ausgedehntem Maassstabe anwenden, so darf man das nur so verstehen, dass unser Organismus zur Entwickelung von lebendigen Kräften nur auf Kosten von bestimmten Brennstoffen (der Bestandtheile des Thierkörpers) eingerichtet ist. Sowie es unmöglich ist eine für Kohlenheizung eingerichtete Maschine mit Gas zu feuern, obwohl beide Stoffe zu den Brennmaterialien gehören, ebenso wenig darf man annehmen, dass der Alkohol mechanische Arbeit der Muskeln im Thierorganismus verrichten hilft, weil er ähnlich den eigentlichen Nahrungsstoffen in der Luft verbrennt.

Man könnte aber sagen, dass der Alkohol, indem er im Organismus verbrannt wird, eine gewisse Menge von Wärme entwickelt

und ein gewisses Quantum von Bestandtheilen des Thierorganismus vor Zerfall schützt. Wäre dem so, dann hätte der Alkohol dieselbe physiologische Bedeutung wie ein eigentlicher Nahrungsstoff. Dann dürfte aber seine Wirkung ebensowenig wie die eines Nahrungsstoffes keine störenden Erscheinungen hervorrufen. Wir sehen aber gerade das Gegentheil: die Einführung des Alkohols bringt eine ganze Reihe von Erscheinungen mit sich, die darauf hinweisen, dass die physiologischen Processe dadurch alterirt sind, dass die Thätigkeit des Nervensystems und die Ernährungsprocesse Veränderungen erleiden, ähnlich denen solcher Substanzen, die die wissenschaftliche und tägliche Erfahrung uns als dem thierischen Organismus feindliche Agentien zu betrachten zwingt. Dass die Metamorphose im Thierkörper unter dem Einflusse des Alkohols sinkt, das unterliegt keinem Zweifel: die Temperatur des Körpers ist niedriger[1]), die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure[2]) und des ausgeschiedenen Harnstoffs[3]) ist vermindert. In den Versuchen von Perrin verminderte sich bei mässigem Gebrauche von Alkohol die Menge der in 24 Stunden gebildeten Kohlensäure um 5—20 %.

Da beim Gebrauche des Alkohols im Körper weniger zersetzt wird, so kann man seine Wirkung nicht in einer direkten Verbrennung im Blute suchen, sondern nur in einem Einflusse auf die Nervenapparate, welche den Gang der Ernährungsprocesse im Thierorganismus leiten. Ausserdem vermag der Alkohol vielleicht auf die Blutkörperchen zu wirken, indem er sie auflöst oder auf irgend eine andere Weise ihre Thätigkeit beeinträchtigt.

---

1) Setschenow, l. c.; Cuny Bouvier, Archiv für die gesammte Physiologie. 1869, S. 370.

2) Prout, Schweiger's Journal f. Phys. und Chem. Bd. XV, 47.

K. Vierordt, Physiologie des Athm., etc. 1845.

Setschenow, l. c.

Perrin, De l'influence des boissons alcohol. etc. sur la nutrition; Compt. rend. de l'Academie de Paris, 1867.

3) Hammond, Correspondenz-Blatt des Vereins für gemeinsch. Arbeiten; 1857, Nr. 27.

Setschenow, l. c.

F. Obernier, Archiv für die gesammte Physiologie; 1869, S. 494.

Parkes u. Wollowicz, Proceedings of the Royal Society. Nr. 120. 1870. Nr. 123. 1870.

Die genannte Thatsache und die daraus hervorgehenden Betrachtungen beweisen, wie es mir scheint, dass bei dem jetzigen Standpunkte unserer Kenntnisse über die Ernährungsprocesse der höheren Thiere kein Grund vorliegt den Alkohol als einen Nahrungsstoff, und noch weniger als eine Nahrung anzusehen. Der Grund, dass man bis jetzt den Alkohol als Nahrungsstoff betrachtet, liegt in der unklaren Vorstellung, welche über die Nahrungsstoffe im medicinischen Publicum herrschen. Thudichum, z. B., der letzte Vertheidiger der Nährkraft des Alkohols, bezeichnet denselben ohne Weiteres als eine Nahrung. Wir müssen aber heutzutage drei Gruppen von Nahrungskörpern annehmen und die Nahrungsstoffe von den Nahrungsmitteln und der Nahrung streng unterscheiden.

Der Alkohol gehört zu keiner von diesen drei Gruppen, er ist weder ein Nahrungsstoff, noch ein Nahrungsmittel und noch weniger eine Nahrung. Die Commission der französischen Akademie, welche die Untersuchungen von Lallemand, Perrin und Duroy (l c.) zu prüfen hatte, betrachtete die den meinigen ähnlichen Schlussfolgerungen der genannten Autoren als im Widerspruch mit dem guten Ernährungszustande von Personen, die beständig Alkohol geniessen, obwohl sie wenig Nahrung zu sich nehmen. „In dieser Hinsicht," sagten die Mitglieder der Commission, „stimmt die Meinung von Duchek mehr mit den Thatsachen überein, indem nach ihm der Alkohol nicht nur im Blute sich oxydirt, sondern auch die Fette, die sonst verbrannt würden, vor der Oxydation schützt. Diese Argumentation der Commission, welche aus Flourens, Pelouze, Rayer und Claude Bernard bestand, kann nur als ein Beispiel dienen, wie hartnäckig einmal angenommene Ansichten die unparteische Betrachtung neuer Thatsachen hindern. Die aufgedunsene Fettleibigkeit von Personen, die fortwährend Alkohol geniessen, kann doch nicht als ein Kennzeichen eines guten Ernährungszustandes angesehen werden; im Gegentheil, die Ablagerung von Fett kann man bei solchen Individuen nur als eine Erscheinung herabgesetzter Ernährung betrachten und zu denjenigen Processen zählen, zu welchen die Fettdegeneration innerer Organe unter dem Einflusse acuter oder chronischer Vergiftung mit Arsenik, Phos-

phor und anderen Metallgiften gehören. Die Verfettung der inneren Organe geschieht immer auf Kosten der Bestandtheile der Gewebe selbst, nämlich der Albuminate. Der Alkohol kann zu solchen Vorgängen beitragen, da er im Stande ist die Zersetzungs- und Oxydationsprocesse im Thierkörper herabzusetzen. In dieser Beziehung gleicht seine Wirkung der des Arseniks. Der Arsenik bewirkt in kleineren Dosen ebenfalls eine Verfettung der inneren Organe, und er setzt die Oxydationsprocesse herab[1]). Trotzdem schreibt ihm aber Niemand die Eigenschaften eines Nahrungsstoffes zu. Die Wirkung des Alkohols auf unseren Körper ist, obwohl er ausserhalb des Körpers so leicht verbrennt, eine ganz ähnliche[2]).

---

1) Scheffer, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1860. Tschudi, Wiener Med. Wochenschrift; 1851, Nr. 28.

2) Ich stimme mit den Ansichten des Herrn Dr. Subbotin über die Bedeutung des Alkohols als Nahrungsstoff nicht ganz überein. Ich nenne einen Nahrungsstoff einen Stoff, welcher im Stande ist, einen für die Zusammensetzung des Körpers nöthigen Stoff zum Ansatz zu bringen oder dem Körper einen solchen Stoff zu erhalten; zu den ersteren gehört z. B. das Eiweiss, insofern es sich als solches im Körper ablagern kann, oder das Fett oder das Wasser oder die Aschebestandtheile; zu den letzteren z. B. das Stärkemehl, indem es die Abgabe von Fett vom Körper verhütet. Wenn man einen Nahrungsstoff als einen Stoff bezeichnet, der dem Körper durch Zersetzung lebendige Kraft liefert, so ist diese Definition nicht erschöpfend, da dann das Wasser und die Aschebestandtheile keine Nahrungsstoffe wären. Der Alkohol muss demnach in gewissem Grade als ein Nahrungsstoff aufgefasst werden, da unter seinem Einflusse weniger Stoffe im Körper zersetzt werden; er spielt in dieser Hinsicht eine ähnliche, wenn auch quantitativ sehr verschiedene Rolle, wie das Stärkemehl, das auch das Fett vor dem Zerfall bewahrt und das ebenfalls im Uebermaass aufgenommen Ablagerungen von Fett in den Organen oder fettige Degeneration veranlasst. Wird ein Theil des Alkohols im Thierkörper in niedere Verbindungen zerlegt, so muss dabei lebendige Kraft entstehen, die dem Körper entweder als Wärme zu Gute kommt oder die er vielleicht sogar zu äusseren Leistungen verwenden kann; es ist dies ebenso bei der Essigsäure, welche auch noch nicht als letztes Ausscheidungsprodukt zu betrachten ist und aus der daher noch Spannkraft in lebendige Kraft übergeht. Etwas Anderes ist es dagegen, wenn wir fragen, welche Bedeutung der Alkohol als Nahrungsstoff für uns hat, und ob wir ihn geniessen, um etwas Fett zu sparen oder um uns etwas lebendige Kraft zu geben, also um einen Nahrungsstoff einzuführen. Da der Alkohol, in grösserer Menge genossen, nebenbei Störungen in den Processen im Thierkörper hervorbringt, so können wir ihn nicht in ausreichender Menge wie andere Nahrungsstoffe aufnehmen, und in der Menge, wie wir ihn ohne Schaden nehmen, kommt seine Bedeutung als Nahrungsstoff nicht in Betracht. In diesem Punkte bin ich also

Der Alkohol, der kein Nahrungsstoff und kein Nahrungsmittel im gewöhnlichen Sinne des Wortes ist, spielt dennoch eine sehr bedeutende Rolle in der Oekonomie des Thierkörpers, da er als der Hauptrepräsentant jener Gruppe von Substanzen angesehen werden kann, welche man mit dem allgemeinen Namen der Reiz- oder Genussmittel zu bezeichnen pflegt, und deren Bedeutung für den menschlichen Organismus so vortrefflich in der unlängst erschienenen Abhandlung von Prof. C. Voit: „Ueber die Entwickelung der Lehre von der Quelle der Muskelkraft und einiger Theile der Ernährung seit 25 Jahren,“ auseinandergesetzt ist. —

Kiew, den 9/21. November 1871.

---

ganz mit Herrn Dr. Subbotin einverstanden; wir bedienen uns des Alkohols nicht wegen seiner Bedeutung als Nahrungsstoff, sondern wegen seiner Wirkungen als Reiz- oder Genussmittel. Voit.

Versuche über die Reizbarkeit der Nerven im Dehnungszustand.

Von

G. Schleich in Tübingen.

Wie alle Gewebe und Organe des Körpers, z. B. Knochen, Muskeln, Blutgefässe u. s. w. vermöge ihrer Elasticität Druck oder Dehnung von gewisser Stärke ohne Störung ihrer Funktionen ertragen können, so sind auch bei dem für so empfindlich gehaltenen Nervengewebe Druckwirkungen, namentlich aber Dehnungen wenigstens innerhalb einer mässigen Intensität von keinem wesentlichen Einfluss auf seine Funktion, d. h. seine Leitungsfähigkeit und seine Erregbarkeit. Solche Dehnungen sind beim völligen Isoliren und Abtrennen, zum Zweck des physiologischen Versuches, trotz der schonendsten Behandlung nicht immer zu vermeiden, und gleichwohl bemerkt man keine Anomalien in den Leistungen eines solchen Nervenpräparates. In pathologischen Fällen, bei Geschwülsten und Frakturen, werden Nerven nicht selten stark gedehnt und selbst gedrückt und auch hier können entsprechende Funktionsstörungen fehlen. Die mit der wechselnden Lage, Beugung und Streckung der Gelenke, nicht unerheblich variirenden Spannungen der Haut, verändern die Sensibilität der Haut, soviel man weiss, nicht merklich; jedenfalls wären nur genaue Tastversuche im Stande, die etwaige Abhängigkeit der Tastempfindlichkeit von der Spannung der Hautnerven bestimmen zu können.

Bei den fast zahllosen Untersuchungen, welche die neuere Physiologie über den Einfluss aller möglichen Agentien auf die Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit der Nerven angestellt hat, ist es zu verwundern, dass wir in der Literatur ausser den von Valentin angestellten und in dessen physiologischer Pathologie der Nerven II., Leipzig 1864,

pag. 236—245 beschriebenen Versuchen nichts über den Einfluss der Dehnung auf die Nerven finden; handelt es sich doch um eine Einwirkung, welche die grössten mechanischen Zustandsänderungen im Nerven hervorbringt und die neben ihrem physiologischen auch ein gewisses pathologisches Interesse bietet, um eine Einwirkung endlich, die, weil sie sich in ihrer Stärke genau abstufen lässt, ganz vorzugsweise zum experimentellen Studium einladen muss.

Auf den Vorschlag und unter gütigster Anleitung von Herrn Prof. v. Vierordt, der mir bereitwilligst Material und Apparate zur Verfügung stellte, habe ich es versucht, über den Einfluss der Dehnung des Nerven auf seine Funktionen, während des Sommersemesters 1871 eine Reihe von Experimenten an dem nervus ischiadicus von Fröschen anzustellen, wobei ich mir folgende Aufgaben setzte: die Untersuchung der etwaigen Strukturveränderung der Nervenfaser durch Dehnung, sowie der Nervenreizbarkeit nach und während der Dehnung.

1) Ueber die Struckturveränderung der Nervenfaser durch Dehnung finden sich in Valentin's physiol. Pathologie der Nerven II., § 1063, pag. 240 und § 1072, pag. 245, zwei kurze Notizen, von denen die letztere besagt, dass „die mikroskopische Untersuchung möglichst ausgezogener Nervenfasern in der Regel nichts Ungewöhnliches darbiete.“

Anlangend die andere Notiz, so könnte die dort beobachtete Erscheinung sich vielleicht auf eines von den bekanntermassen so äusserst mannigfachen Bildern beziehen, welche die gerinnenden Nervenfasern auch unter andern Verhältnissen als den in Rede stehenden zu zeigen pflegen; jedenfalls ging aus den Angaben Valentin's das hervor, dass eine erhebliche Ausbeute in dieser Richtung nicht zu erwarten sei. Gleichwohl habe ich die Mühe nicht gescheut, zahlreiche Beobachtungen unter möglichst variirten Bedingungen über das mikroskopische Verhalten der gedehnt gewesenen Nervenfasern anzustellen. Die Dehnung der für die nachträgliche mikroskopische Beobachtung bestimmten Nervenfaser geschah auf die folgenden verschiedenen Arten:

Der nervus ischiadicus des Frosches wurde freipräparirt, sodann mit einem stumpfen Häckchen hervorgehoben und unter An-

ziehung des letzteren, das man hin- und herbewegte, gedehnt. Das so gedehnte Stück wurde mittelst zweier Schlusspincetten nach oben und unten abgegränzt, um ein möglicherweise zu erwartendes Zurücktreten des Nervenmarkes in die direkt gedehnten Nervenstücke unmöglich zu machen.

In andern Fällen wurde der Nerv entweder in longitudinaler oder auf seine Längenaxe senkrechter Richtung durch Anhängen eines Gewichtes gedehnt. Einigemal rollte ich auch eine kleine metallene Walze über den auf einer Glasplatte liegenden Nerven, so dass derselbe stark gedrückt wurde. Von den so behandelten Nerven wurde das gedehnte oder gedrückte Stück ausgeschnitten und für die mikroskopische Untersuchung in üblicher Weise zerfasert. Das Präparat wurde immer mit dem analogen und normalen Nervenstück der andern Seite verglichen.

Ich beobachtete folgendes:

Auf Collodiumzusatz zeigten beide Präparate alsbald deutliche Axencylinder ohne merklichen Unterschied. Bei Wasserzusatz dagegen stellten sich gewisse Unterschiede heraus: die Präparate von gedehnten Nervenstücken zeigten gleich nach der Operation eine ziemliche Anzahl von Fasern mit schärfsten parallelen Doppelconturen ohne distinkten Inhalt, nur wenige mit ganz schwachen Einkerbungen; nach ungefähr einer halben Stunde zeigten sich stärkere Kerben an den Conturen und etwas krümelicher Inhalt. Später wurde die Gerinnung allmählich stärker.

Abweichend hievon zeigten sich, jedoch nur an einem Präparate eine Menge Fasern, die einen ganz deutlichen Axencylinder erkennen liessen; diese auffallende Thatsache, vermöge welcher der Axencylinder auf rein mechanischem Wege deutlich sichtbar wird, verliert aber wegen ihres nur einmaligen Vorkommens erheblich an Bedeutung.

Zum Unterschied von den Präparaten des gedehnten Nerven finde ich an den normalen eine weit bälder eintretende und in ihren verschiedenen Stadien rascher sich ausbildende Gerinnung des Markes.

Die allerdings nicht sehr wesentlichen Unterschiede in der Struktur der gedehnten und der normalen Nervenfaser beziehen

sich also nur auf die Zeit und Stärke der eintretenden Gerinnung des Nervenmarkes.

2) Ueber die Nachwirkung der Nervendehnung.

Die Nachwirkungen, welche die Nervendehnung auf die Erregbarkeit der Nerven ausübt, wurden mittelst verschiedener Verfahrungsweisen geprüft.

Nachdem die nervi ischiadici beider Extremitäten frei präparirt waren, wurde der Nerv der einen Seite leicht hervorgezogen und ein ungefähr 1 Centim. breites Häckchen an denselben angehängt, so dass der Nerv auf die Länge eines Centimeters von dem Häckchen umfasst war; der Grund des Häckchens war mit einem Kautschoukstreifen belegt und überhaupt sorgfältig darauf Bedacht genommen, dass der Nerv da, wo er aus den beiden abgerundeten Enden des Häckchens frei heraustrat, nicht gedrückt werden konnte. An dem Hacken befestigte ich eine Wagschale, auf der das dehnende Gewicht aufgelegt wurde, so dass letzteres in einer auf die Längenaxe der Nerven senkrechten Richtung wirkte.

Die Dehnung dauerte immer eine Minute lang; dann wurden vergleichende Reizversuche an dem normalen und dem vorher gedehnten Nerven angestellt.

In drei Einzelversuchen wurden die auspräparirten Nerven beider Seiten in concentrirte Kochsalzlösung getaucht. Die zum Theil durch starke Gewichte eine Minute lang gedehnt gewesenen Nerven erwiesen sich als noch vollkommen reizbar.

Versuch	Dehnendes Gewicht	Beginn der Zuckung der Wadenmuskeln nach Applikation des Reizes	
		normaler	gedehnt. Nerv
I	20 Gramm	1 Minute	$2\frac{1}{2}$ Minuten
II	40 Gramm	40 Sekunden	$2\frac{1}{2}$ Minuten
III	50Gramm	$1\frac{1}{2}$ Minuten	20 Sekunden

In I und II ist der normale, in III der gedehnt gewesene Nerv bevorzugt; auf die weitere Verfolgung dieser Art der Reizung, die wohl einer besonderen Experimentenreihe werth wäre, konnte ich mich nicht einlassen.

Ausserdem bewirkte ich die Reizung des vorher gedehnten und des normalen n. ischiadic. des Frosches mittelst einzelner Induktionsschläge unter Anwendung des Schlittenapparats mit einem Grove'schen Element als Elektromotor. Die beiden ausspräparirten nervi ischiadici wurden auf zwei gleichweit entfernte Elektroden gebracht, so dass immer der Oeffnungsstrom im Nerven aufsteigend, der Schliessungsstrom absteigend war. Ich hatte kein Bedenken, bei meiner speciellen Aufgabe die Nerven auf beide Stromrichtungen zu prüfen. Die abwechselnde Reizung beider Nerven wurde durch einen Stromwender vermittelt, unipolare Induktionszuckungen durch die bekannte Helmholtz'sche Vorrichtung und vorsichtige Isolirung der Theile ausgeschlossen. Das Hämmerchen der Induktionsmaschine wurde an den Elektromagneten angedrückt und Unterbrechung und Schliessung des primären Stromkreises durch Aufhebung und Herstellung eines Quecksilbercontakts erzielt, da wie schon oben bemerkt zur Reizung der Nerven immer bloss ein Induktionsschlag angewandt wurde. Von den folgenden Versuchen sind bloss I und II mit einem Dubois'schen Induktionsapparat angestellt.

In sämmtlichen folgenden Tabellen sind immer die grössten Abstände der sekundären Spirale von der primären des Induktionsapparats angegeben, bei welchen eine minimale Zuckung des Froschschenkels eintrat.

Die Dehnung geschah in zum Verlauf des Nerven senkrechter Richtung. Zu dem angegebenen dehnenden Gewicht ist immer noch 2,36 Gramm als Gewicht der Wagschale hinzuzufügen.

Zeit vom Beginn d. Versuchs an	Seite mit vorh. gedehnt. Nerv				Normale Seite			Bemerkungen
	dehn. Gewicht	Abstd. d. Rolle	Zuckung		Abstd. d. Rolle	Zuckung		
			Oeffnung	Schliess.		Oeffnung	Schliess.	
	0	27	1	0	—	—	—	Versuch I.
	10	22	1	0	—	—	—	5 Reizungen erfolgten innerhalb 5 Min.
	20	22	1	0	—	—	—	Unter den angegebenen Gewichten sind
	20	21	1	0	—	—	—	Gramm zu verstehen.
	30	21	1	0	—	—	—	

NB. Bei 30 Gramm Belastung machten die vom gedehnten Nerven innervirten Muskeln spontane Zuckungen.

Zeit vom Beginn d. Versuchs an	Seite mit vorh. gedehnt. Nerv				Normale Seite			Bemerkungen
	Dehn. Gewicht	Abstd. d. Rolle	Zuckung		Abstd. d. Rolle	Zuckung		
			Oeffnung	Schliess.		Oeffnung	Schliess.	
5 Min.	10	30	1	0	31	1	0	Versuch II.
10-15 M.	10	25	1	0	35	1	0	
30-35 M.	20	35	1	0	—	—	—	
	20	40	1	1	—	—	—	
50 M.	—	—	—	—	38	1	0	
	—	—	—	—	20	1	0	
1½ Std.	20	9	1	0	11	1	0	
	60	8	1	0	10	1	0	Versuch III spontane Zuckungen der gedehnten Seite
	—	5	1	0	9	1	0	
	20	8	1	1	8	1	1	Versuch IV.
	20	9	0	0	9	1	1	
15 M.	20	7	1	0	8	1	0	

Ich begnügte mich mit diesen wenigen Versuchen, aus denen jedenfalls hervorgeht, dass die Leitungsfähigkeit und Erregbarkeit des Nerven in Folge der Nachwirkung selbst starker Nervendehnungen nur wenig herabgesetzt wird. Die genauere Feststellung der Unterschiedswerthe zwischen dem normalen und dem gedehnten Nerven muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Diese Erfahrungen sind übereinstimmend mit denen Valentin's, nach welchen „nach nicht allzulanger Wirkung des Dehnungsgewichtes der Nerv nach der Entspannung sich ziemlich rasch erholt."

3) Nervenreizbarkeit während der Dehnung.

Nach den Erfahrungen von Valentin beeinträchtigt eine mässige Dehnung die Reizbarkeit der Froschnerven in keiner Weise und selbst eine sehr starke Dehnung ist nur im Stande die Erregbarkeit herabzusetzen, nicht aber sie vollkommen zu vernichten. Valentin reizte mit Induktionsschlägen vom Rückenmarke aus; die Hüftgeflechte wurden gehörig isolirt und alle Körpertheile in dieser Höhe abgetrennt. Die beiden Oberschenkel des Frosches wurden

fixirt; in den andern Theil des horizontal gehaltenen Rumpfes wurde ein Hacken befestigt und der Zug durch eine um eine Rolle geschlagene Schnur, an welche Gewichte angehängt wurden, vermittelt. Die Nerven des Hülftgeflechts wurden demnach vom vorderen Körpertheil ausgedehnt. Ein dehnendes Gewicht von 10 Grammen beeinträchtigte die Hubhöhe des Wadenmuskels in keiner wahrnehmbaren Weise und selbst bei starkem dehnendem Gewichte (100 grm.) wurde die Hubhöhe bloss um $1/3$ bis etwas über die Hälfte des normalen Werthes gemindert. Auch bemerkte Valentin, dass mit zunehmender Nervendehnung die Zeiten der erreichten Contractionsmaxima des Wadenmuskels ebenfalls zunehmen.

Dieses sind die einzigen über unsern Gegenstand in der Literatur niedergelegten Angaben.

Die Resultate meiner Versuche über die Nervenreizbarkeit während der Dehnung sind im Folgenden aufgeführt:

Da die Nervenreizung während der Dehnung des Nerven nicht wohl auf dieselbe Art, wie die Versuche über Nachwirkung der Dehnung ausgeführt werden konnten, insofern nämlich die Reizelektroden der Nerven während einer auf die Längenaxe der Nerven senkrechten Dehnung nicht bequem anzubringen waren, so dehnte ich den Nerven in allen folgenden Versuchen in longitudinaler Richtung. Die Reizung geschah entweder durch Anlegung der Elektroden an den Nerven oder vom Rückenmarke aus. Bei beiden Arten der Reizung wurde der Frosch zuerst enthirnt, sodann an beiden Oberschenkeln alle Theile mit Ausnahme der nn. ischiad. in gehörigen Stücken ausgeschnitten, so dass bloss der Nerv in einer Länge von etwa $1^1/_2$—2 c. m. den Zusammenhang zwischen dem oberen und dem unteren Stumpf, dem Oberschenkel resp. dem Unterschenkel herstellte.

Das dehnende Gewicht wurde mittelst einer mit einem Häckchen versehenen Wagschale an einige nicht abgeschnittene Muskelstumpfe am unteren Ende des Oberschenkels der zu dehnenden Seite befestigt. Der Nerv war somit der dehnenden Wirkung des angehängten Gewichts (sammt Wagschale = 2,36 grm.) und des Gewichts des Unterschenkels und Fusses (= $2^1/_2$—3 grm.) ausgesetzt. Das angehängte Gewicht aber belastete den Waden-

muskel nicht. Das Rückenmark blieb unverletzt, so dass beide nn. ischiad. durch dieses Reflexcentrum auf einander wirken konnten. Die Extremität, deren Nerv gedehnt werden sollte, hing senkrecht herab, während an der andern bloss der Unterschenkel frei herabhing, dagegen der untere Stumpf des Oberschenkels fixirt wurde, so dass der zugehörige n. ischiad. vollkommen entspannt war; letzterer war in derselben Länge frei präparirt, wie der zu dehnende Nerv der andern Seite.

Der Oeffnungsstrom ist in den folgenden 5 Versuchen aufsteigend, der Schliessungsstrom absteigend.

Die Reizung geschah durch Anlegung der Elektroden an den Nerven.

Zeit vom Beginn d. Versuchs an	Seite mit gedehntem Nerv				Normale Seite			Bemerkungen
	dehnend. Gewicht	Abstd. d. Rolle	Zuckung		Abstd. d. Rolle	Zuckung		
			Oeffnung	Schliess.		Oeffnung	Schliess.	
	20	12	1	1	—	—	—	Versuch I. Spontane Zuckungen auf gedehnter Seite b. 40 Gr. Belastung. Bei 20 Gr. Belastung auf der gedehnten Seite machte die normale Seite Reflexbewegungen.
	40	11	1	1	—	—	—	
	50	10	1	0	—	—	—	
	—	8	1	1	—	—	—	
	60	Nerv gerissen			11	1	0	
	20	12	1	0	—	—	—	Versuch II. Bei 20 Gr. Belastung auf der gedehnten Seite machte die normale Seite Reflexbewegungen.
	20	11	1	1	—	—	—	
	40	10	1	1	—	—	—	
	40	11	1	1	—	—	—	
	50	9	1	0	—	—	—	
	50	5	1	1	—	—	—	
	20	7	1	0	11	1	1	
	70	gerissen unt. Zuckungen			13	1	0	
	0	20	1	0	20	1	0	Versuch III. Von 15 Gr. Belastung an machte die Seite mit gedehntem Nerv öfters spontane Zuckungen.
	—	—	—	—	11	1	1	
	5	16	1	0	—	—	—	
	5	13	1	1	—	—	—	
	15	12	1	0	—	—	—	

Zeit vom Beginn d. Versuchs an	Seite mit gedehntem Nerv				Normale Seite			Bemerkungen
	dehnend. Gewicht	Abstd. d. Rolle	Zuckung		Abstd. d. Rolle	Zuckung		
			Oeffnung	Schliess.		Oeffnung	Schliess.	
	15	11	1	1	—	—	—	Versuch III.
	25	15	1	0	10	1	0	
	25	10	1	1	8	1	1	
	35	Nerv gerissen bei einem kurzen Fragment am Rumpf.			—	—	—	
	0	15	1	0	12	1	1	Versuch IV. Von der Belastung mit 5 Gramm an häufig spontaneZuckungen auf der gedehnten Seite.
	—	12	1	1	—	—	—	
5 Min.	5	13	1	0	—	—	—	
	5	9	1	1	—	—	—	
8 Min.	15	10	1	1	—	—	—	
10 Min.	25	8	1	1	—	—	—	
	35	10	0	1	—	—	—	
	35	9	1	1	—	—	—	
12 Min.	45	9	0	1	—	—	—	
	45	7	1	1	—	—	—	
15 Min.	55	6	1	0	—	—	—	
	25	6	1	0	—	—	—	
20 Min.	70	0	0	0	12	1	0	
	0	10	1	1	12	1	1	Versuch V. Bei der Belastung mit 40 Gramm spontane Zuckungen auf der Seite mit gedehntem Nerv.
	10	11	1	1	12	1	0	
	—	—	—	—	11	1	1	
	20	10	1	1	11	1	1	
	30	10	1	1	11	1	1	
	40	10	1	0	11	1	0	
	50	0	0	0	11	1	1	

Zum Zweck der Nervenreizung vom Rückenmark aus, wurden die beiden untern Extremitäten wieder so präparirt, dass nur der Nerv den Zusammenhang der Unter- und Oberschenkel herstellte. Die zu dehnende Seite liess ich frei herabhängen, die andere wurde in der oben angegebenen Weise gelagert; sodann wurde das Rückenmark auf eine ziemliche Strecke blossgelegt auf die Reizelektroden

gebracht, ein Kautschoukblättchen unter das Rückenmark geschoben, um Stromschleifen zu verhindern. Wurde nun gereizt, so hatte man die Bequemlichkeit, beide Seiten zu gleicher Zeit prüfen zu können.

Die Dehnung wirkt, wie die nachfolgenden Tabellen angeben, von einer gewissen Belastung an reizend, indem die Unterschenkelmuskeln dann und wann in Zuckungen gerathen, die theils einzeln auftreten, theils rasch auf einander folgen.

Die Reizungen des gedehnten Nerven wurden selbstverständlich immer nur dann gemacht, wenn die Muskeln sich ruhig verhielten.

Der Induktionsschlag war bei der Oeffnung im Rückenmark aufsteigend, bei der Schliessung absteigend; zu dem angegebenen dehnenden Gewicht ist immer noch 5—5½ grm. als Gewicht der Wagschale mit dem des Unterschenkels hinzuzufügen.

Zeit vom Beginn d. Versuchs an	Seite mit gedehntem Nerv				Normale Seite			Bemerkungen
	dehnend. Gewicht	Abstd. d. Rolle	Zuckung		Abstd. d. Rolle	Zuckung		
			Oeffnung	Schliess.		Oeffnung	Schliess.	
	0	8	1	0	8	0	1	Versuch I. Bei 15 Gr. Belastung beginnen die spontanen Zuckungen auf der gedehnten Seite und wiederholen sich oft.
5 Min.	5	9	1	0	8	0	1	
	—	7	1	1	8	1	1	
12 M.	15	8	1	0	6	1	0	
15 M.	25	7	1	0	6	1	0	
20 M.	35	8	1	0	8	1	1	
25 M.	45	8	1	0	8	1	0	
30 M.	—	—	—	—	7	1	1	
	55	0	0	0	6	1	0	
	0	7	0	0	7	1	1	Versuch II. Bei 25 Gr. Belastung beginnen die spontanen Zuckungen auf der gedehnten Seite.
	—	5	1	1	8	0	1	
12 Min.	5	5	0	1	—	—	—	
	—	4	1	1	7	0	1	
16 M.	15	5	0	1	—	—	—	
17 M.	25	6	0	1	—	—	—	
20 M.	45	7	0	1	8	0	1	
	50	der gedehnte Nerv gerissen			—	—	—	

Zeit vom Beginn d. Versuchs an	Seite mit gedehntem Nerv: Dehnend. Gewicht	Abstd. d. Rolle	Zuckung: Oeffnung	Zuckung: Schliess.	Normale Seite: Abstd. d. Rolle	Zuckung: Oeffnung	Zuckung: Schliess.	Bemerkungen
	0	10	0	1	10	1	1	Versuch III. Bei 35 Gr. Belastung beginnen die spontanen Zuckungen auf der gedehnten Seite.
	—	9	1	1	11	0	1	
2 Min.	5	10	0	1	10	1	1	
	15	9	1	1	11	0	1	
	25	9	1	1	9	1	1	
7 M.	35	10	0	1	11	0	1	
	45	10	0	1	11	0	1	
	—	—	—	—	10	1	1	
10 M.	50	6	1	1	10	0	1	
	—	—	—	—	8	1	1	
15 M.	60	4	1	1	9	1	1	
20 M.	60	der gedehnte Nerv gerissen			—	—	—	
	0	5	1	1	5	1	1	Versuch IV. Bei 35 Gr. Belastung beginnen die spontanen Zuckungen auf der gedehnten Seite.
	5	7	1	1	—	—	—	
	15	6	1	0	—	—	—	
5 Min.	25	5	1	0	6	0	1	
	35	5	1	0	6	0	1	
10 M.	40	0	0	0	6	0	1	
	45	0	0	0	—	—	—	
15 M.	90	Nerv gerissen			—	—	—	
	40	12	0	1	—	—		Versuch V. Bei 40 Gr. Belastung spontane Zuckungen der gedehnten Seite.
	—	8	1	1	8	1	0	
5 Min.	30	8	0	1	8	1	1	
	20	6	1	0	7	1	1	
	10	6	1	0	6	1	1	
10 M.	0	8	1	0	8	1	1	
	50	7	1	1	7	1	1	
	60	0	0	0	7	1	1	
16 M.	70	gedehnter Nerv unter starken Zuckungen gerissen.				—	—	
	40	8	1	0	8	1	0	Versuch VI.
	30	8	1	0	8	1	1	

Zeit vom Beginn d. Versuchs an	Seite mit gedehntem Nerv				Normale Seite			Bemerkungen
	Dehnend. Gewicht	Abstd. d. Rolle	Zuckung		Abstd. d. Rolle	Zuckung		
			Oeffnung	Schliess.		Oeffnung	Schliess.	
	20	7	1	0	7	1	1	Versuch VI.
	10	5	1	1	8	1	0	
	10	6	1	0	7	1	1	
10 Min.	0	6	1	0	—	—	—	
15 M.	50	6	1	0	6	1	1	
	50	gedehnter Nerv unter starken Zuckungen gerissen				—	—	
	0	5	1	1	7	1	1	Versuch VII. Bei 45 Gr. Belastung spontane Zuckungen auf der gedehnten Seite.
13 Min.	5	5	0	1	8	0	1	
	—	4	1	1	—	—	—	
	15	5	0	1	7	0	1	
	25	5	0	1	—	—	—	
17 M.	35	6	0	1	—	—	—	
	45	7	0	1	8	0	1	
	50	gedehnter Nerv gerissen unter starken Zuckungen			—	—	—	
	0	10	0	1	10	1	1	Versuch VIII. Bei 35 Gr. Belastung beginnen spontane Zuckungen auf der gedehnten Seite.
	—	9	1	1	11	0	1	
2 Min.	5	10	0	1	10	1	1	
	15	9	1	1	11	0	1	
	25	9	1	1	9	1	1	
5 M.	35	10	0	1	11	0	1	
	45	10	0	1	11	0	1	
7 M.	50	6	1	1	10	1	1	
	60	4	1	1	9	1	1	
10 M.	60	gedehnter Nerv gerissen unter heftigen Zuckungen						
	0	5	1	1	5	1	1	Versuch IX. Bei 35 Gr. Belastung beginnen spontane Zuckungen auf der gedehnten Seite.
	5	7	1	1	7	1	1	
	15	6	1	0	—	—	—	
7 Min.	25	5	1	0	—	—	—	
	35	5	1	0	6	0	1	
12 M.	45	0	0	0	—	—	—	
	90	gedehnter Nerv gerissen						

Alle Versuche über Nervenreizbarkeit während der Dehnung des Nerven zeigen, dass eine mässige Dehnung durch ungefähr 40 Gr. die Reizbarkeit des gedehnten Nerven während der Dehnung im Vergleich zu dem normalen nicht bedeutend vermindere. Bei einer stärkeren Belastung nahm dagegen meist die Reizbarkeit schnell ab. In einzelnen Fällen ist sogar noch eine Zunahme der Reizbarkeit im Anfang des Versuchs bei leichter Dehnung zu beobachten.

Valentin sagt in dem obengenannten Werke: „die Muskeln bleiben während der Dehnung vollkommen ruhig". Aus obigen Tabellen sieht man aber, dass in meinen Versuchen immer bei einer je nach der Reizbarkeit des Nerven bestimmten Dehnung spontane, oft sehr heftige Muskelzuckungen eintreten; auch bei dem Reissen der Nerven waren häufig solche Zuckungen vorhanden.

Einen Dehnungsversuch stellte ich auch an den nervis vagis des Kaninchens an.

Das Thier hatte vor dem Versuch in der Minute circa 230 Herzschläge; nachdem 1$^1/_2$ Minuten lang beide nn. vagi mit 20 Gr. gedehnt waren, circa 225 Herzschläge; nachdem weiterhin 1$^1/_2$ Minuten lang mit 52 Gr. der rechte, mit 45 Gr. der linke vagus gedehnt war, 235 Herzschläge in einer Minute, und eine halbe Stunde nachher ungefähr ebenso viel. Das Kaninchen athmete leicht, ohne Geräusch und hatte ungefähr 160 Athembewegungen in der Minute. Das Befinden des Thieres zeigte auch in den darauf folgenden Tagen keine sichtbaren Störungen.

Schliesslich erwähne ich noch einige Versuche über die Längenzunahme des gedehnten n. ischiadic. des Frosches.

Der n. ischiadicus und der Theil des Hüftgeflechts, der den n. ischiad. zusammensetzt, wurde von seinem Austritt aus dem Wirbelkanal bis zur Kniekehle frei präparirt, und alles andere entfernt, so dass der Unterschenkel mit dem Körper nur durch den Nervenstrang zusammenhing. An dem Nervenstrang wurden 4 feine Pinselstriche mit Fuchsinlösung angebracht, deren Abstände während der Nervendehnung bei verschieden grossen Belastungen mit dem Zirkel gemessen wurden. Mit diesen Versuchen hatte ich keinen anderen Zweck, als mich über die Elasticitätsverhältnisse des Nerven etwas

zu orientiren. Um genauere Ergebnisse zu erhalten, dürfte ein selbstregistrirendes Verfahren am zweckmässigsten sein. Obschon die Belastungen und Messungen möglichst rasch aufeinander folgten, so waren doch die Folgen der Wasserverdunstung nicht ganz zu vermeiden; das Befeuchten des Nerven war aber unthunlich, weil sonst die an demselben angebrachten feinen Marken verwischt worden wären. Das dehnende Gewicht war mit der Wagschale am Unterschenkel befestigt.

Dehnend. Gewicht in Grm	Abstände der Marken I v. II in mm.	Proportionale Längenzunahmen des Stückes I bis II bei den verschiedenen Belastungen	Abstände der Marken II v. III in mm.	Proportionale Längenzunahme des Stückes II—III	Abstände der Marken III v. IV in mm.	Proportionale Längenzunahme des Stückes III—IV	Abstände der Marken I v. IV in mm.	Proportionale Längenzunahme d. ganzen Nervenstücks I—IV	
0	13	—	15	—	12	—	40	—	Versuch I.
Gewicht d. Unterschenk. und d. Wagsch.	14	0,0769	15,4	0,0933	12,3	0,025	41,6	0,04	Gewicht des Unterschenkels = 3,13 Gr. Gewicht der Wagschale = 2,36 Gr.
5	14,2	0,0142	16,0	0,0389	13	0,0569	43,2	0,0384	
15	14,0	—0,0142	16,4	0,025	13	0	43,4	0,0046	Ihre Summe ist immer noch zu dem angegebenen Gewicht hinzuzufügen.
25	14,3	0,0214	17,4	0,0609	13	0	44,7	0,0299	
35	14,0	—0,0214	17,8	0,0239	13,8	0,0613	45,6	0,0021	
45	14,2	0,0142	17,5	—0,0168	14	0,0144	45,7	0,0021	
55	15,0	0,0563	Nerv aus dem Unterschenkel ausgerissen; ausgerissenes Stück 60 mm. lang						
0	12,8	—0, 1466	16	—0,0566	11,5	0,1785	40,3	– 0,9999	Nach dem Reissen des Nerven wurden die Markenabstände nochmals gemessen.
0	18	—	14,8	—	12,5	—	45,3	—	Versuch II.
Gewicht d. Unterschenk. und d. Wagsch.	18,5	0,0277	14,5	–0,0202	12,8	0,024	45,8	0,0066	Gewicht des Unterschenkels = 2,4 Gr.
5	19,0	0,0270	14,5	0	13,0	0,0156	46,5	0,0152	
15	19,5	0,0263	14,5	0	13,0	0	47	0,0107	
25	20	0,0256	15	0,0344	13,3	0,0230	48,3	0,0276	Wadenmuskelzuckungen.
35	20	0	15,5	0,0333	13,5	0,0150	49	0,0144	
45	20	0	15,5	0	13,8	0,0222	49,3	0,0061	
55	20,5	0,025	Nerv unt. stark. Zuckungen aus dem Unterschenkel ausgerissen; gerissenes Nervenstück 72 mm. lang.						
0	17,5	—0,1463	14	–0,0588	12,5	0,0942	44	—0,1204	Messung der Markenabstände nach dem Reissen des Nerven.
Gewicht d. Unterschenk. und d. Wagsch.	9	—	13	—	11,7	—	33,7	—	Versuch III. Gewicht des Unterschenkels = 2,9 Gr.
10	9,2	0,0222	13	0	11,8	0,0085	34	0,0089	

Dehnend. Gewicht in Grm.	Abstände der Marken I v. II in mm.	Proportionale Längenzunahmen des Stückes I. bis II bei den verschiedenen Belastungen	Abstände der Marken II v. III in mm.	Proportionale Längenzunahme des Stückes II—III	Abstände der Marken III v. IV in mm.	Proportionale Längenzunahme des Stückes III—IV	Abstände der Marken I v. IV in mm.	Proportionale Längenzunahme d. ganzen Nervenstücks I—IV	
Gewicht d. Unterschenk. und d. Wagsch.									Versuch III.
20	9,5	0,0326	13,3	0,0230	12	0,0169	34,8	0,0235	
30	9,5	0	13,2	—0,0075	12,2	0,0166	34,9	—	
40	9,6	0,0105	13,5	0,02272	12,2	0	35,3	—	
50	10	0,0416	Nerv ausgerissen aus dem Unterschenkel; ausgerissenes Nervenstück 75 mm. lang						
Gewicht d. Unterschenk. und d. Wagsch.	16,8	—	12,5	—	9,2	—	38,5	—	Versuch IV. Gewicht des Unterschenkels = 2,9 Gr.
10	17	0,011904	12,6	0,008	9,5	0,0326	39,1	0,0155	
20	17,2	0,0117	12,8	0,0158	9,6	0,0105	39,6	0,0127	
30	17,5	0,0174	13	0,0156	9,8	0,0208	40,3	0,0176	
45	17,6	0,0056	13	0	10	0,0204	40,6	0,0074	
50	18	0,0227	13,5	0,0384	10,2	0,02	41,7	0,0270	
60	18,5	0,0277	13,5	0	Nerv aus dem Untersch. ausger.; ausger. Stück 75 mm. lang				

Von der ursprünglichen Länge der Nerven, ohne jede Dehnung — die Messung der Markenabstände unter diesen nicht controllirten Bedingungen haben unter allen Umständen nur einen beiläufigen Werth — muss ich absehen.

Unmittelbar vergleichbar werden die Dehnungen erst, wenn man von der, der Belastung mit 5 resp. 10 grm. entsprechenden Länge ausgeht. Immerhin glaube ich aus meinen unvollkommenen Beobachtungen schliessen zu dürfen, dass die grössten proportionalen Längenzunahmen der ganzen Nervenstrecke (von Marke I—IV) keineswegs immer bei der Anfangsbelastung erfolgt. Wenn der Nerv in der Regel an seiner Peripherie ausreisst, so zwar, dass zahlreiche Nervenzweigchen aus dem Unterschenkel mit ausgerissen werden, so zeigt diese Erscheinung, dass der Elasticitätsmodul des Nerven in der Peripherie geringer ist. Dafür spricht auch die Thatsache, dass das aus dem Unterschenkel ausgerissene Nervenstück verhältnissmässig sehr gross ist. Der Nerv scheint in der Peripherie viel weniger vollkommen elastisch zu sein, als in seinen

centraleren Parthien. Nerven, welche bei kleineren Gewichten ausreissen, zeigten auch geringere Längszunahmen vor dem Moment des Reissens. Die Unvollkommenheit der von mir gewählten Methode lässt nicht erkennen, ob in den 3 verschiedenen Nervenstücken constante Elasticitäts - Differenzen vorhanden sind. Diese provisorischen Versuche über die Längsdehnung des Nerven hoffe ich in einer spätern Arbeit durch nach dem oben angedeuteten Verfahren ausgeführte Versuche ergänzen zu können.

Ueber den Kohlensäuregehalt der Grundluft im Geröllboden von München in verschiedenen Tiefen und zu verschiedenen Zeiten.

Von

Max v. Pettenkofer.

Bereits in der Sitzung der mathematisch-physikalischen Klasse der k. bairischen Akademie der Wissenschaften am 3. December 1870[1]) habe ich mitgetheilt, dass ich mich veranlasst durch meine Studien über Aetiologie gewisser epidemischer Krankheiten mit Untersuchungen über den Boden und zunächst über die zeitweisen Schwankungen im Kohlensäuregehalt der Bodenluft in München zu beschäftigen angefangen habe. Diese Untersuchungen sind seitdem ununterbrochen fortgesetzt worden, und ich lege jetzt den Lesern dieser Zeitschrift die Beobachtungen für das erste Jahr vor.

Eigentlich sollte ich mich grosser Saumseligkeit anklagen, dass ich diese Untersuchungen so spät begonnen habe, deren Nothwendigkeit ich in dem Hauptberichte über die Cholera von 1854 in Bayern S. 377 schon vor 16 Jahren hervorgehoben hatte, wo ich sagte: „da wir in München dem Zeitpunkte nahe stehen, wo das Grundwasser bald wieder ins Steigen kommen wird, so werde ich mit einer Vorrichtung, welche erlaubt Gase aus gewissen Tiefen des Bodens zu ziehen, den Process der Verwesung soweit experimentell verfolgen, als er sich etwa in Bildung gasförmiger Produkte qualitativ und quantitativ kund gibt. Falls sich bemerkbare Unterschiede ergeben, wird es von Wichtigkeit sein, diese Versuche bis zu einem Jahrgange zu verfolgen, in welchem das Grundwasser ausserordentlich hoch steigt, und hierauf auch die Wirkung des

1) Sitzungsberichte der k. bayer. Akademie zu München. 1870. II. S. 304.

Sinkens zu beobachten." Seit dieser Zeit hatte ich gegenüber den grossen und weitverbreiteten Vorurtheilen gegen meine Ansichten unausgesetzt so viel Arbeit nur mit der Herbeischaffung stets neuer Thatsachen zur Begründung des Glaubens, dass Processe im Boden überhaupt eine wesentliche Rolle bei Choleraepidemien spielen, und zur Widerlegung der zahlreichen Einwürfe, die oft von Seiten kamen, wo ich sie wirklich nicht erwartet hätte, dass es mir ganz gleichgiltig vorkam, ob ich die Luft im Boden zeitweise auf Kohlensäure untersuchte oder nicht; denn ich hätte damit auf den Entwicklungsgang der Vorstellungen früher wahrscheinlich auch nicht die geringste Wirkung ausgeübt. Nachdem aber jetzt namentlich durch die entscheidenden Untersuchungen über die Verbreitungsart der Cholera in Indien [1]) doch über allen Zweifel erhaben ist, dass der Boden eine wesentliche, durch nichts zu ersetzende Rolle bei der Cholera spielt, welche zu ermitteln Aufgabe unserer Studien sein muss, so schien mir jetzt der Zeitpunkt gekommen, mit Untersuchungen über die Grundluft zu beginnen. Was ich hier vorläufig dem Leser biete, ist etwas noch unvollkommenes und unvollständiges, lediglich Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Grundluft; aber es ist doch ein Anfang, der vielleicht auch Andere veranlasst, weiter zu forschen. Die ganze Aufgabe wird natürlich erst zu lösen sein, wenn alles, was in der Grundluft gasförmig oder staubförmig vorhanden ist, genau ermittelt und verstanden wird.

Um Luft aus verschiedenen Tiefen des Geröllbodens von München zu erhalten, habe ich an der Südseite des physiologischen Instituts, nahe an dessen südwestlicher Ecke in einem Kieswege, welcher die Grundmauer des Gebäudes von einer kleinen Gartenanlage trennt, einen etwas über 4 Meter tiefen Schacht ausheben lassen. Der Boden ist bis zu dieser Tiefe und darüber hinaus ganz gleichmässig beschaffen, das gewöhnliche Alpenkalkgerölle der bairischen Hochebene, bis zum Spiegel des Grundwassers hinab, welches sich an dieser Stelle in einer Tiefe zwischen 5 und 6 Metern unter der Oberfläche findet.

---

1) Siehe meine Verbreitungsart der Cholera in Indien nebst Atlas. Braunschweig, 1871 bei Vieweg und Sohn.

In den Schacht wurden 5 Bleiröhren von 1 Centimeter Durchmesser in gleichen Abständen von einigen Centimetern von einander, aber von verschiedener Länge eingehängt und der Schacht mit dem nämlichen ausgehobenen Erdreich wieder vollgefüllt und möglichst festgestampft. Die von der Oberfläche in den Boden hineinreichenden Bleiröhren münden in verschiedenen Tiefen.

Röhre I 4 Meter unter der Oberfläche,
" II 3 " " " "
" III 2 1/3 " " " "
" IV 1 1/2 " " " "
" V 2/3 " " " "

Von der Oberfläche wurden die Bleiröhren nach der Wand des Hauses fortgesetzt, an der Wand hinauf und durch entsprechend im Fensterstock gebohrte Löcher ins Laboratorium hineingeführt, wo sie mit Aspiratoren in Verbindung gesetzt werden konnten, welche eine bestimmte Menge Luft durch eine gemessene Menge titrirten Barytwassers zu saugen gestatteten.

Die am Hause für Anlegung des Schachtes gewählte Stelle ist frei von jeder Verunreinigung an der Oberfläche, welche etwa zu einer Kohlensäureentwicklung oder Bildung unter der Oberfläche Veranlassung geben könnte. Auch in der seitlichen Umgebung findet sich bis zur Tiefe des Schachtes nichts, wovon eine Störung der Beobachtungen vorausgesehen werden könnte. Nur östlich von der Stelle, wo die Röhren versenkt sind, findet sich eine Versitzgrube, welche ausser Brunnen- und Regenwasser auch Abwasser aus dem Laboratorium aufnimmt. Da könnte man sich allerdings denken, dass zeitweise nicht bloss neutrale oder alkalische, sondern auch stark saure Flüssigkeiten in die Grube gelangen und beim Versitzen in dem Kalkgerölle Kohlensäure entwickeln könnten. Um aber die Möglichkeit eines solchen Einflusses von vorneherein auszuschliessen, wurde schon einige Zeit vor dem Anfange dieser Beobachtungen und seitdem ununterbrochen alles Abwasser aus dem Laboratorium, was Säuren enthalten konnte, ehe es weggegossen wurde und in die Versitzgrube gelangte, stets mit Kalkmilch zuvor neutralisirt, bis es schwach alkalisch reagirte.

Die Abtrittgruben, von denen man bei zu grosser Nähe auch



einen Einfluss vermuthen könnte, befinden sich mitten an der westlichen Seite des Hauses und in einer Entfernung, dass sie an sich wohl kaum einen direkten Einfluss haben können. Das Gefäll des Grundwassers geht in dieser Lage Münchens von Südwest gegen Nordost, mithin in einer Richtung, dass das Wasser aufwärts fliessen müsste, um von den Abtrittgruben, die allerdings Versitzgruben sind, an die Stelle zu gelangen, wo die fünf Bleiröhren im Boden stecken.

Wer in meinem Laboratorium diese Vorrichtung, aus verschiedenen Tiefen des Bodens durch verhältnissmässig lange und enge Röhren Luft zu saugen, noch gesehen hat, kam regelmässig auf den Gedanken, dass dies nur langsam und schwierig erfolgen könnte, und um so schwieriger, je tiefer unter der Oberfläche die Luft hervorgeholt wird; denn die wenigsten Menschen haben eine richtige Vorstellung von der grossen Menge und der grossen Be weglichkeit der Luft im Boden. Man kann sich aber mit dem eigenen Munde leicht überzeugen, dass durch eine Röhre, welche die Luft 14 Fuss unter der Oberfläche aus dem Boden hervorholt, ganz mit derselben Leichtigkeit zu saugen ist, als wenn ein ebenso weites und langes Bleirohr in der freien Luft liegt. Ich habe eigens mit einem Manometer untersucht, wie lange etwa, nachdem man eine Zeit lang die grösstmöglichste Luftmenge (9 bis 10 Liter in der Minute) aus dem tiefstgehenden Rohre I mittelst der Glocke eines Gasbehälters, die man in die Höhe zieht, gesaugt und dann plötzlich den Hahnen der zum Gasbehälter führenden Röhre geschlossen hat — wie lange da es noch dauert, bis sich die Spannung der Luft in Röhre I mit dem Druck der Atmosphäre wieder ins Gleichgewicht setzt. Der Austausch erfolgt so unerwartet schnell, so momentan, dass man annehmen muss, dass zwischen einem 14 Fuss tief im Boden steckenden und einem in freier Luft liegenden Rohre von gleichem Kaliber wie Nr. I gar kein Unterschied statt hat. Die Druckdifferenz, welche das Manometer zeigt, während man Luft aus dem Boden saugt, hängt demnach viel mehr von den Widerständen der Luft im Bleirohre, als von den Widerständen ab, welche die Luft im Boden findet, um durch ihn hindurch zur untern Mündung des Bleirohres zu gelangen. Wenn man mit einem Gas-

behälter in der Minute 10 Liter Luft aus der Röhre I 14 Fuss tief aus dem Boden saugen kann, ohne dass der Manometer an der Röhre auch nur eine Sekunde später noch eine Druckdifferenz zwischen der Luft im Boden und der freien Atmosphäre anzeigt, dann kann es auch nicht Wunder nehmen, dass man aus Röhre I mit dem Munde saugen kann, ohne irgend einen Widerstand zu spüren, denn im letztern Falle aspirirt man höchstens den zwanzigsten Theil der Luftmenge, welche man mit der Gasglocke aspirirt hat.

Die Untersuchung auf Kohlensäure geschah in derselben Weise, wie bei Untersuchung des Kohlensäuregehaltes der Luft überhaupt und namentlich wie beim Respirationsapparate, worüber ich bei andern Gelegenheiten ausführliche Mittheilung gemacht. Für eine Bestimmung wurden 14 bis 18 Liter Luft binnen 2½ bis 3 Stunden aspirirt. Anfangs wurde nach Gutdünken, ohne festen Plan bald die eine bald die andere von den 5 Röhren zur Bestimmung der Kohlensäure in der Bodenluft verwendet; nachdem es sich aber gezeigt hatte, dass der Kohlensäuregehalt in den verschiedenen Tiefen im Boden ziemlich regelmässig von unten nach oben geringer wird, und dass nur die Luft in der obersten Schichte (Röhre V) von plötzlichen Wechseln der Temperatur und der Windstärke in der Atmosphäre stark beeinflusst wird, wurde in der Regel Luft aus Röhre I und Röhre IV, also aus Tiefen von 4 und 1½ Meter untersucht, und zwar gleichzeitig, so dass man immer ersehen konnte, wie zu gleicher Zeit der Kohlensäuregehalt in 4 Meter und 1½ Meter Tiefe war. In jeder Woche wurden einige solche Bestimmungen gemacht.

Mein Assistent Herr Ludwig Aubry hat mich bei dieser langwierigen Arbeit stets unverdrossen und bestens unterstützt, und während der Herbstferien, so lange ich und Herr Aubry zugleich von München abwesend waren, hat Studiosus Medicinae Herr Vögeli die Bestimmungen mit aller Sorgfalt gemacht.

Die folgende Tabelle enthält die Ergebnisse von 280 Bestimmungen, die Kohlensäure auf 1000 Volumtheile Luft bei 0° C. und 760 Millimeter Barometerstand berechnet. Die Originalzahlen aller dieser Versuche abzudrucken halte ich vorläufig für überflüssig; ich

bewahre sie in einem Tagebuche auf, auf das man gegebenen Falles jederzeit zurückgreifen kann.

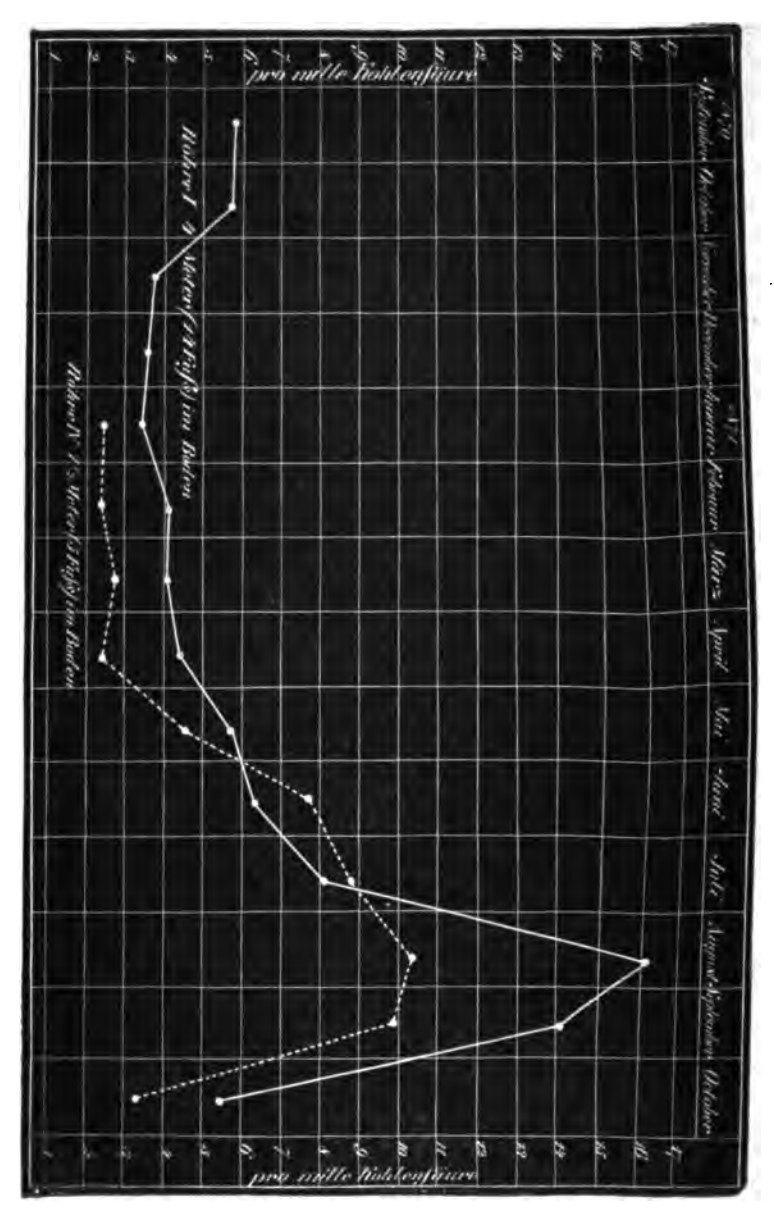
Kohlensäuregehalt der Grundluft in 1000 Volumentheilen.

	Nummer der Röhre. Tiefe, bis zu welcher die Röhre in den Boden hinabreicht, in Metern ausgedrückt					Bemerkungen
	I 4 Meter	II 3 Meter	III $2^1/_3$ Meter	IV $1^1/_2$ Meter	V $^2/_3$ Meter	
1870						
Sept. 22.	6,759	—	—	—	—	
„ 27.	—	6,666	—	—	—	Beide Versuche hintereinander.
	—	6,624	—	—	—	
„ 30.	5,163	—	—	—	—	
„ Mittel	5,961	6,645	—	—	—	
Oct. 6.	—	—	—	—	1,980	
„ 10.	—	—	—	—	1,790	
„ 17.	5,794	—	—	—	—	
	—	—	—	—	1,484	
„ 18.	—	—	—	—	1,451	
„ 20.	5,637	—	5,175	—	0,956	
„ 22.	—	4,730	—	—	—	
	—	4,810	—	—	—	
„ 24.	—	4,623	—	—	—	
„ 25.	—	4,354	—	—	—	
„ Mittel	5,715	4,629	—	—	1,532	
Nov. 10.	—	3,712	—	—	—	
„ 11.	3,953	—	3,258	—	1,799	
Dez. 5.	4,116	—	—	—	—	
„ 6.	4,368	—	—	—	—	
„ 12.	4,446	—	—	—	—	
„ 14.	4,024	—	—	—	—	
„ 17.	—	—	3,259	—	—	
„ 19.	3,575	—	—	—	—	
„ 20.	3,366	—	—	—	—	
„ 21.	3,433	—	—	—	—	
„ 22.	3,676	—	—	—	—	
„ 29.	3,231	—	—	—	—	
„ 31.	3,296	—	—	—	—	
„ Mittel	3,753	—	—	—	—	
1871						
Jan. 3.	3,061	—	—	—	—	
„ 5.	3,032	—	—	2,447	—	
„ 7.	3,088	—	—	2,512	—	
„ 9.	3,186	—	—	2,578	—	
„ 10.	3,416	—	—	2,499	—	
„ 11.	3,323	—	—	2,215	—	
„ 13.	3,36	—	—	2,350	—	

	Nummer der Röhre. Tiefe, bis zu welcher die Röhre in den Boden hinabreicht, in Metern ausgedrückt					Bemerkungen
	I 4 Meter	II 3 Meter	III $2^1/_2$ Meter	IV $1^1/_2$ Meter	V $^2/_3$ Meter	
1871						
Jan 14.	—	3,24	—	—	—	
„ 16.	3,53	—	—	2,62	1,77	
„ 18.	3,63	—	—	2,64	1,70	
„ 19.	3,73	—	—	2,64	1,70	
„ 20.	—	3,30	—	—	—	
„ 21.	3,61	—	—	2,43	1,61	
„ 23.	3,68	—	—	2,38	1,78	
„ 25.	3,719	—	—	2,75	1,89	
„ 27.	3,648	—	—	2,48	1,86	
„ 30.	3,91	—	—	—	—	
Mittel	3,461	3,27	—	2,503	1,759	
Febr. 1.	4,037	—	—	3,216	1,630	Zu gleicher Zeit aus
	—	—	—	—	1,615	Röhre V entnomm.
„ 3.	4,003	—	—	3,2[illegible]8	1,814	„
	—	—	—	—	1,799	
„ 6.	4,087	—	—	2,755	1,755	„
	—	—	—	—	1,778	
„ 8.	3,014	—	—	—	1,662	„
	—	—	—	—	1,541	
„ 9.	4,913	—	—	—	—	
„ 10.	5,081	—	—	2,561	1.291	Röhre I, II und IV
	—	—	—	—	1,847	waren eingefroren.
„ 13.	—	—	3,230	—	—	
„ 15.	—	—	3,956	—	—	
„ 17.	—	—	4,078	—	—	
	—	—	4,182	—	—	
„ 20.	4,783	—	—	—	—	
	4,657	—	—	—	—	
„ 21.	4,433	—	—	—	—	
	4,351	—	—	—	—	
„ 23.	3,697	—	—	1,697	—	
„ 25.	3,827	—	—	1,921	—	
„ 28.	3,405	—	—	1,582	—	Starker Wind.
Mittel	4,176	—	3,861	2,428	1,623	
März 2.	3,746	—	—	2,045	—	Vom 28. Febr. auf 1. März
„ 4.	3,893	—	—	2,293	—	starker Schneefall, darauf
„ 6.	3,886	—	—	2,467	—	schönes Frühlingswetter.
„ 8.	4,027	—	—	2,752	—	
„ 10.	3,604	—	—	2,469	—	Tags vorher stark. Regen.
„ 14.	3,650	—	—	2,542	—	Versuch b. stark. Winde.
„ 16.	4,180	—	—	2,573	—	
„ 18.	3,752	—	—	2,686	—	
„ 20.	4,801	—	—	3,174	—	
„ 22.	4,921	—	—	3,102	—	
„ 23.	—	3,856	—	—	—	
	—	3,881	—	—	—	

	Nummer der Röhre Tiefe, bis zu welcher die Röhre in den Boden hinabreicht, in Metern ausgedrückt					Bemerkungen
	I 4 Meter	II 3 Meter	III $2^1/_2$ Meter	IV $1^1/_2$ Meter	V $^1/_2$ Meter	
1871						
März 24.	4,111	—	—	3,087	—	
„ 27.	4,424	—	—	2,787	—	
„ 29.	3,709	—	—	3,557	—	
„ 31.	4,790	—	—	3,482	—	
Mittel	4,106	3,843	—	2,786	—	
April 4.	5,286	—	—	1,851	—	
„ 6.	5,067	—	—	1,976	—	
„ 13.	4,346	—	—	2,961	—	
„ 15.	4,310	—	—	3,935 ?	—	
„ 17.	4,325	—	—	2,234	—	
„ 19.	3,653	—	—	2,081	—	
„ 22.	4,736	—	—	1,710	—	Starke Regengüsse.
„ 24.	3,981	—	—	1,827	—	
„ 26.	4,535	—	—	2,702	—	
„ 28.	4,739	—	—	3,047	—	
Mittel	4,497	—	—	2,432	—	
Mai 2.	4,828	—	—	1,064	—	
„ 5.	5,107	—	—	3,949	—	
„ 9.	4,920	—	—	4,813	—	
„ 12.	6,312	—	—	5,703	—	
„ 15.	5,778	—	—	6,073	—	
„ 17.	5,919	—	—	6,262	—	Warmes Frühlingswetter.
„ 20.	5,339	—	—	5,634	—	
„ 23.	6,002	—	—	6,876	—	
„ 26.	7,791	—	—	8,251	—	
Mittel	5,777	—	—	5,402	—	
Juni 1.	7,684	—	—	9,059	—	
„ 5.	7,271	—	—	9,713	—	
„ 7.	6,700	—	—	9,206	—	
„ 9.	—	—	—	5,057	—	Regnerisch u. kühl.
„ 12.	6,400	—	—	7,418	—	Regnerisch.
„ 13.	—	8,615	—	—	—	Ebenso.
„ 20.	6,729	—	—	5,916	—	
„ 23.	—	—	—	7,005	—	
„ 27.	5,723	—	—	8,396	—	
„ 30.	4,053	—	—	7,553	—	
Mittel	6,365	—	—	7,702	—	
Juli 3.	5,528	—	—	6,935	—	
„ 6.	5,608	—	—	7,528	—	
„ 11.	6,690	—	—	7,952	—	
„ 13.	5,188	—	—	7,356	—	
„ 14.	6,526	—	—	7,880	—	
„ 18.	6,335	—	—	8,088	—	
„ 20.	4,138	—	—	7,601	—	Seit vor. Nacht heft. Sturm.
„ 21.	4,898	—	—	10,834	—	
„ 25.	11,980	—	—	9,787	—	

	Nummer der Röhre. Tiefe, bis zu welcher die Röhre in den Boden hinabreicht, in Metern ausgedrückt					Bemerkungen
	I 4 Meter	II 3 Meter	III 2 1/3 Meter	IV 1 1/2 Meter	V 2/3 Meter	
1871						
Juli 27.	15,615	—	—	8,747	—	
„ 31.	16,290	—	—	14,147	—	
Mittel	**8,072**	—	—	**8,805**	—	
Aug. 2.	16,525	—	—	12,412	—	
„ 4.	17,130	—	—	10,690	—	
„ 7.	18,389	—	—	8,476	—	
„ 9.	17,454	—	—	12,043	—	
„ 11.	16,812	—	—	12,730	—	
„ 14.	16,386	—	—	12,130	—	Sehr schwül.
„ 16.	15,653	—	—	6,163	—	Gewitter.
„ 18.	15,171	—	—	8,351	—	
„ 21.	14,455	—	—	9,452	—	
„ 23.	15,848	—	—	10,214	—	
„ 25.	14,934	—	—	8,744	—	
„ 28.	16,158	—	—	11,068	—	
„ 30.	14,883	—	—	12,565	—	Gewitter.
Mittel	**16,138**	—	—	**10,387**	—	
Sept. 1.	15,790	—	—	11,352	—	
„ 4.	14,592	—	—	8,510	—	Bewölkt.
„ 6.	14,875	—	—	10,105	—	Schön Wetter.
„ 8.	15,280	—	—	9,531	—	Sturm.
„ 11.	14,967	—	—	12,233	—	
„ 13.	15,457	—	—	12,610	—	
„ 15.	14,934	—	—	12,650	—	
„ 18.	14,689	—	—	—	—	
„ 20.	14,495	—	—	12,376	—	
„ 22.	14,179	—	—	9,895	—	Regen mit Sturm.
„ 25.	12,587	—	—	6,902	—	„
„ 27.	11,128	—	—	7,641	—	„
„ 29.	9,241	—	—	5,444	—	Schön Wetter.
Mittel	**14,016**	—	—	**9,937**	—	
Oct. 2.	7,525	—	—	3,409	—	Seit 2 Tagen kühl mit viel Regen und Wind.
„ 5.	6,586	—	—	2,696	—	
„ 7.	6,377	—	—	3,204	—	„
„ 10.	6,212	—	—	3,367	—	
„ 12.	6,238	—	—	4,219	—	Schön Wetter.
„ 16.	6,560	—	—	5,057	—	„
„ 19.	6,333	—	—	4,902	—	Neblig.
„ 24.	6,203	—	—	4,939	—	Schön Wetter.
„ 27.	6,178	—	—	5,933	—	
„ 30.	6,413	—	—	5,032	—	
Mittel	**6,462**	—	—	**4,185**	—	
Nov. 2.	6,359	—	—	5,441	—	
„ 7.	6,550	—	—	5,602	—	
„ 10.	6,521	—	—	—	—	
„ 13.	7,083	—	—	—	—	



Ueberblickt man diese Zahlenreihen zuerst nach ihren mittleren monatlichen Werthen, welche aus den beiden am regelmässigsten und häufigsten untersuchten Röhren I (4 Meter Tiefe) und IV (1½ Meter Tiefe) resultiren und welche auch graphisch

dargestellt sind, so findet man, dass die Luft in der oberen Bodenschichte den grössten Theil des Jahres hindurch immer weniger Kohlensäure enthält, als die Luft aus der unteren Schichte. Dieses Verhältniss kehrt sich aber im Sommer für kurze Zeit ins Gegentheil um, wo im Juni und Juli die obere Schichte mehr Kohlensäure (7,70 und 8,80) zeigt, als die untere (6,36 und 8,07).

Dieses plötzliche Wachsen der Kohlensäure in der oberen Schicht scheint aber nur der Anstoss zu einer verhältnissmässig noch grösseren Vermehrung derselben in der unteren Schichte zu sein, denn im August und September überholt die untere Schichte die obere wieder in einem ganz auffallenden Grade. In der oberen Schichte steigt der Kohlensäuregehalt von 8,80 im Juli auf 10,38 im August und 9,93 im September, hingegen in der unteren Schicht steigt er von 8,07 im Juli auf 16,13 im August und 14,01 im September.

Die Abnahme oder der Niedergang vom September zum Oktober ist in beiden Schichten ein sehr beträchtlicher und steiler, in der obern Schichte sinkt die Kohlensäure von 9,93 auf 4,18, in der untern von 14,01 auf 6,46 pro mille, mithin überall um mehr als 50 Procent.

Die Maxima und Minima sämmtlicher Einzelbeobachtungen fallen in beiden Schichten ziemlich gleichzeitig zusammen. Die grösste Menge Kohlensäure in der untern Schichte (Röhre I) 18,38 pro mille wurde am 7. August, in der obern Schichte (Röhre IV) 14,147 pro mille am 31. Juli beobachtet. Die geringste Menge in der untern Schichte, 3,01 pro mille am 8. Februar, in der obern Schichte 1,59 pro mille am 28. Februar. Hienach scheint beim Maximum die obere Schichte der unteren, und beim Minimum die untere Schichte der oberen um mehrere Tage vorauszugehen.

Um den zeitlichen Einfluss auf die Vermehrung der Kohlensäure deutlicher hervortreten zu lassen, kann man das Mittel aus sämmtlichen Monatsmitteln für jede der beiden Schichten nehmen, und vergleichen, welche Monate über und unter diesem Jahresmittel liegen. Bei Röhre I, der untersten Schichte, ist das Mittel aus allen Monaten 6,6 pro mille.

Nur die Monate Juli, August und September 1871 liegen über

diesem Jahresmittel, alle übrigen darunter. Folge dieses Verhältnisses ist, dass die drei genannten Monate viel höher über dem Mittel stehen müssen, als die übrigen unter demselben, und es zeigt sich deutlich, dass die Ursachen der Vermehrung der Kohlensäure in den untersten untersuchten Bodenschichten hauptsächlich nur in den Monaten Juli, August und September wirksam sind.

Ein ganz ähnliches Resultat ergibt die obere Schichte, Röhre IV, wo sich die Monate Juni, Juli, August und September über das Mittel erheben. Hier ist es ein Monat mehr, als im vorhergehenden Fall. Auch andere Betrachtungen zeigen, dass in der oberen Schichte die Kohlensäure-Entwicklung oder Vermehrung eine beständigere und gleichmässigere ist, als in der unteren.

Im Ganzen gewahrt man in den zeitlich aufeinanderfolgenden Monatsmitteln beider Röhren eine ziemliche Stetigkeit der Ab- und Zunahme: inzwischen fehlt es aber doch auch nicht an Schwankungen und Sprüngen, die zu gross sind, um von Unsicherheiten in der Methode der Bestimmung der Kohlensäure herrühren zu können. So geht z. B. bei Röhre IV die Kohlensäure vom 11. Januar anfangend von 2,21 bis 2,64 pro mille am 18. und 19. Januar erst in die Höhe, um dann wieder bis auf 2,38 am 23. Januar zu sinken, und sich bis 1. Februar nochmal bis 3,2 zu erheben. Vom 3. Febr. an endlich sinkt sie fortwährend bis aufs Minimum 1,58 am 28. Februar. Sehr beträchtliche Schwankungen sind im August.

Auch bei Röhre I kommen, obschon seltener, doch auch solche Sprünge und Schwankungen vor. So steigt z. B. im März 1871 auch in der 4 Meter tiefen Bodenschichte die Kohlensäure vom 2. bis 8. März von 3,74 bis 4,02, fällt dann bis zum 10. wieder auf 3,60, und steigt sodann bis zum 16. auf 4,18, bis zum 22. sogar auf 4,92, um am 29. wieder auf 3,71 zurückzugehen.

Sehr merkwürdig erscheint mir der Monat Juni. Er fängt im Vergleich mit den vorausgehenden Monaten in beiden Schichten sehr reich an Kohlensäure an, die aber schon nach der ersten Woche wieder sehr beträchtlich zurücksinkt, und sich auch am Ende des Monats noch nicht zur anfänglichen Höhe mehr aufschwingt.

Auch im Juli kommen merkwürdige Schwankungen vor. Bei

Röhre I sinkt die Kohlensäure am 20. Juli zurück auf das Mittel des Monats März 4,14, steigt nur wenig bis 21., erhebt sich aber bis zum 25. auf 11,93, am 27. auf 15,61, am 31. auf 16,29 pro mille, hat sich also binnen 11 Tagen vervierfacht.

Die namentlich in der untersten Schichte so plötzlich, fast explosionsartige Vermehrung der Kohlensäure im August und September und das noch steilere Abfallen vom September auf den Oktober erinnert in überraschender Weise an das zeitliche Bild vom Verlauf gewisser Epidemien, welche mit Bodeneinflüssen zusammenhängen.

Es ist zu gewärtigen, dass der Kohlensäuregehalt der Grundluft in verschiedenen Jahren eben solche Verschiedenheiten zeigen wird, wie der Stand des Grundwassers. Schon die bisherigen Erfahrungen lassen deutlich erkennen, dass sich in verschiedenen Jahren die gleichen Monate sehr verschieden verhalten können. Nach den Bestimmungen, welche für Röhre I vom 22. und 30. September 1870 vorliegen, betrug der Kohlensäuregehalt im Mittel 5,96, nach den Bestimmungen für den gleichen Zeitabschnitt im Jahre 1871 hingegen betrug er 11,78, d. h. gerade das Doppelte.

Die grösste Kohlensäuremenge im Boden scheint mit der grössten Wärme der oberen Schichten zeitlich zusammenzufallen. Diese Thatsache stimmt sehr gut mit den Voraussetzungen, welche Delbrück in Halle und Pfeiffer in Weimar bezüglich des zeitlichen Auftretens der Cholera mit Rücksicht auf die Bodentemperatur gemacht haben. Dieses von Delbrück in Anregung gebrachte ätiologische Moment, die Bodenwärme, wird von Pfeiffer und durch diesen angeregt, auch von andern gegenwärtig weiter verfolgt.

An diese Thatsachen knüpfen sich verschiedene Fragen, z. B. woher diese Kohlensäure im Geröllboden stammt, woher die so verschiedene Menge in verschiedenen Tiefen und zu verschiedenen Zeiten? Von welchen Ursachen die beobachteten Schwankungen abhängen? u. s. w. Welche Kohlensäurequellen können wir im Münchener Geröllboden voraussetzen? Dass humusreicher Ackerboden eine Kohlensäurequelle ist, haben die Agrikulturchemiker längst nachgewiesen; man nimmt an, dass die langsame Verbrennung, die Verwesung des Humus die Kohlensäure liefere; dass sich aber in einem Gemenge von unfruchtbarem Kalkgeröll und Sand,

anscheinend nahezu frei von organischer Substanz, solche Mengen Kohlensäure finden, ist nach dem Stande unseres bisherigen Wissens doch etwas unerwartetes. Auf den ersten Blick scheint es am nächsten zu liegen, das Grundwasser, welches sich in diesem Geröllboden befindet, welches unsere Brunnen und Quellen speist, welches beträchtliche Mengen kohlensauren Kalk und Magnesia in Kohlensäure gelöst enthält, auch als die Kohlensäurequelle für die unmittelbar über ihm stehende Grundluft anzunehmen. Man weiss ja, dass die Luft mancher Brunnenschachte so viel Kohlensäure enthält, dass ein Licht darin nicht fortbrennt, sondern plötzlich erlischt, wenn es bis zu einer gewissen Tiefe im Schacht hinabgelassen wird; man weiss, dass sowohl beim Kochen dieses Wassers, als auch beim blossen Stehen desselben an der Luft Kohlensäure entweicht, und kohlensaurer Kalk, Pfannenstein abgesetzt wird.

Mit dieser Annahme würde auch die von mir nun gefundene Thatsache sehr gut übereinstimmen, dass den grössten Theil des Jahres hindurch die Kohlensäuremenge der Bodenluft oder Grundluft mit der Entfernung vom Spiegel des Grundwassers nach oben abnimmt. Diese Thatsache hat sich allerdings im 1. Jahre der Beobachtung vom 12. Mai bis 21. Juli auch ins Gegentheil umgekehrt, in welcher Zeit die Luft $1^2/_3$ Meter unter der Oberfläche, also weit entfernt vom Grundwasser, mehr Kohlensäure enthält, als in einer Tiefe von 4 Metern in der unmittelbaren Nähe des Grundwassers. Da könnte man aber immer noch denken, eine continuirliche Kohlensäurequelle der Grundluft sei trotzdem das Grundwasser, in dieser Jahreszeit käme nur noch eine zweite Kohlensäurequelle von oben im Boden dazu, wofür auch spräche, dass von dieser Zeit an bis Ende September sich die absolute Menge von Kohlensäure in allen Tiefen so beträchtlich vermehrt hat.

Die Abhängigkeit der Kohlensäuremenge der Grundluft von der Kohlensäuremenge des Grundwassers setzt voraus, dass einer Vermehrung oder Verminderung derselben in der Luft eine Vermehrung oder Verminderung im Wasser vorausgehen müsse, dass überhaupt der Kohlensäuregehalt des Grundwassers ebenso oder ähnlich schwanke, wie der Kohlensäuregehalt der Grundluft. Das ist nun nicht der Fall.

Der Kohlensäuregehalt des Grundwassers ist kein unveränderlicher, aber ein viel constanterer als der der Grundluft. Ich beobachte den Kohlensäuregehalt der Thalkirchner Quellen seit längerer Zeit, und habe ihn nur zwischen 125 und 98 Milligramm per Liter schwanken sehen. Ebenso schwankt das Wasser eines sog. amerikanischen Brunnens, der unmittelbar an der Stelle sich befindet, wo die Grundluft auf Kohlensäure untersucht wird, innerhalb enger Gränzen. Diesen Widerspruch könnte man, wenn auch nicht genügend, dadurch zu erklären suchen, dass man zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Stärke der Ventilation der Luft im Boden nach oben annähme, welcher Luftwechsel, zunächst nur auf die Kohlensäure in der Grundluft, und weniger auf die des Grundwassers wirksam wäre. Man könnte annehmen, im Winter wäre von der aus dem Grundwasser abgedunsteten Kohlensäure weniger in der Grundluft als im Sommer zu finden, weil im Winter die Luft im Boden wärmer und leichter ist, als über dem Boden, und daher von der darüber liegenden kälteren und schwereren Luft der Temperaturdifferenz entsprechend fortwährend verdrängt und fortgeführt werden muss; im Sommer wäre es umgekehrt und bliebe die Kohlensäure gleichsam in der nicht wechselnden kälteren Grundluft liegen und sammle sich so zu einer bedeutenden Höhe an.

Sobald man aber im Grundwasser die Kohlensäurequelle für die Grundluft erblicken will, erwächst zugleich die weitere Aufgabe, auch die Kohlensäurequelle für das Grundwasser aufzusuchen und nachzuweisen. Woher kann das Grundwasser seine Kohlensäure beziehen?

Aus der Kohlensäuremenge der atmosphärischen Luft und dem Absorptionscoefficienten des Wassers für Kohlensäure lässt sich nach den Tafeln von Bunsen leicht berechnen, dass ein Liter Regenwasser bei mittlerer Temperatur und mittlerem Barometerstand in unserm Klima nur Bruchtheile eines Milligramms, nie einen ganzen Milligramm Kohlensäure enthalten kann, womit auch alle Erfahrung übereinstimmt. Nun ergeben aber die Untersuchungen über das reinste Trinkwasser in München, wie es z. B. die Thalkirchner Wasserleitung, wie es Brunnen an der westlichen Peripherie der Stadt liefern, wo das Grundwasser der bayrischen Hochebene noch

nicht von stark bewohnten Ortschaften verunreinigt ankommt, im Liter bereits durchschnittlich 112 bis 125 Milligramme sogenannte freie Kohlensäure, so dass das Regenwasser, die einzige Quelle alles Grundwassers, seinen ursprünglichen Kohlensäuregehalt mehr als verhundertfachen muss, während es von der Erdoberfläche in die Quellen und Brunnen gelangt.

Wo empfängt nun das Regenwasser jene Kohlensäuremenge, welche es zu Brunnen- und Quellwasser macht? Aus den Schichten über oder unter dem Grundwasserspiegel?

Die Schichten unter dem Grundwasserspiegel, in welchen das von oben eindringende atmosphärische Wasser sich sammelt und sich auf einer wasserdichten Unterlage je nach deren Gefäll weiterbewegt, sind auf der bayrischen Hochebene wenigstens nicht dazu angethan, als Kohlensäurequellen zu dienen. Dieses Wasser steht und bewegt sich in dem Alpengeröll, dessen Zusammensetzung der Art ist, dass sich aus seinen Bestandtheilen in Berührung mit atmospärischem Wasser keine Kohlensäure entwickeln kann. Es wird von einer mächtigen tertiären Mergelschichte gehalten, welche nirgends Risse oder Spalten zeigt, aus welchen Kohlensäure etwa aus tiefer liegenden Kohlensäurequellen ausströmen könnte.

Man kann auch nicht annehmen, dass ins Grundwasser von der Oberfläche aus viele dort erst der Zersetzung anheimfallende organische Stoffe gelangten, welche Kohlensäure liefern. Die Beobachtung zeigt, dass gerade diejenige Schichte, in welcher das Grundwasser steht, am wenigsten organische Substanzen enthält, ja dass der Mangel an organischen Substanzen in diesen Schichten gerade eine unerlässliche Bedingung eines guten Brunnen- oder Quellwassers ist.

Aus vielen anderen Erfahrungen weiss man, dass die Oxydation organischer Substanzen sehr verlangsamt oder selbst ganz verhindert wird, sobald sie mit Wasser überdeckt sind, (z. B. langsame Verwesung der Leichen in nassen Gräbern, Ausdauer der Holzpfähle, Pfahlroste unter Wasser); man weiss ferner, dass die Oxydation oder Verwesung organischer Substanzen erst lebhaft wird, wenn das Wasser zurücktritt und Luft eindringen kann.

Die Art der Verunreinigung der Brunnen von der Oberfläche aus weist klar nach, dass nicht unter, sondern über dem Spiegel des

Grundwassers die organischen Substanzen auf ihrem Wege durch den lufthaltigen Boden in die Brunnen zerstört werden, und dass jener Theil der organischen Substanzen, welcher bis zur Ankunft am Spiegel des Grundwassers nicht zerstört worden ist, im Wasser nicht rasch verändert wird. Wo Jauche durch eine poröse, mit Luft erfüllte, hinreichend hohe Sand- oder Geröllschichte dringt, da langt das versitzende Wasser unten beim Spiegel des Grundwassers oft frei von organischen Substanzen an; es findet sich der Kohlenstoff derselben als Kohlensäure, der Stickstoff oder das Ammoniak derselben als Salpetersäure im Wasser; — wo aber Jauche einen direkten Weg ins Grundwasser findet, oder wo ihre Menge zu gross ist, um auf dem Wege dahin gänzlich zerstört zu werden, dort lassen sich organische Substanzen und Ammoniak im Wasser nachweisen, die auch im Wasser nicht sofort weiter zerstört werden, sondern es für lange Zeit ungeniessbar machen.

Es ist auch noch nie bezweifelt worden, dass die Kohlensäure in unsern gewöhnlichen Brunnen und Quellen vom Boden stamme, welchen das meteorische Wasser durchzieht, bis es in Brunnen oder Quellen wieder zum Vorschein kommt. Wenn man aber einmal den porösen Boden als die Quelle für die Kohlensäure des Wassers in ihm annimmt, so wird man wohl auch den Boden für die Quelle der Kohlensäure der Luft in ihm annehmen müssen; denn die vom Boden ausgehende Kohlensäure geht ebenso leicht, ja noch leichter in die Luft als ins Wasser über.

Ich habe übrigens einen direkten Beweiss gesucht, und wie ich glaube auch gefunden, dass gerade an der Stelle von München, wo ich in verschiedenen Tiefen des Bodens beobachte, die Kohlensäure der Luft im Boden unmöglich vom Grundwasser herrühren kann, sondern vielmehr umgekehrt, dass das Grundwasser Kohlensäure aus der über ihm liegenden Grundluft aufnehmen muss. Um das Grundwasser an der nämlichen Stelle fassen und untersuchen zu können, wo auch die Grundluft zur Untersuchung entnommen wird, liess ich mir unmittelbar neben den im Boden steckenden Bleiröhren eine eiserne Röhre, einen sogenannten amerikanischen Brunnen eintreiben, aus welcher man mit einer aufgesetzten Douglas-Pumpe reichlich Wasser an die Oberfläche heben kann. In

etwas weniger als 6 Metern von der Oberfläche erreichte man den Wasserspiegel. Aus der etwas über 4 Centimeter weiten Röhre kann man in der Stunde mehr als 1000 Liter Wasser pumpen, ohne darnach ein Sinken des Grundwasserstandes wahrzunehmen.

Ich war nun im Stande, Grundwasser, über welchem sich unmittelbar die Bodenschichten befanden, aus welchen die Luft zur Untersuchung auf Kohlensäure genommen wurde, gleichzeitig zu beobachten und zu untersuchen. Das Wasser dieses amerikanischen Brunnens zeigte bei einer Versuchsreihe im August und September 1871 im Liter im Mittel 122 Milligramme sogenannte freie Kohlensäure[1]), bei einer Versuchsreihe im Oktober und November 123 Milligramme. Das ist wesentlich der gleiche Kohlensäuregehalt, welchen auch das Wasser der Thalkirchner Leitung zeigt, wie es in meinem Laboratorium ausfliesst. Von diesem ergab eine Versuchsreihe im August und September im Mittel für 1 Liter 125 Milligramme Kohlensäure, bei einer andern Versuchsreihe im Oktober und November gleichfalls 125 Milligramme sogenannte freie Kohlensäure im Liter.

Was also die Menge Kohlensäure anlangt, welche aus dem Wasser möglicherweise an die Luft übergehen kann, verhalten sich das Wasser der Thalkirchner Leitung und das Wasser des amerikanischen Brunnens im physiologischen Institute gleich, und kann eines für das andere dienen. Nachdem ich diese Erfahrung gemacht, war es leicht zu erheben, wie viel Kohlensäure ein solches Wasser an darüberstehende Luft abgeben kann, bis jenes Gleichgewicht zwischen Kohlensäuregehalt der Luft und des Wassers eintritt, dass keines dem andern mehr Kohlensäure entziehen und mittheilen kann, sondern wo sowohl der Kohlensäuregehalt der Luft als des Wassers unverändert bleibt. Ich liess in eine etwa 14 Liter fas-

1) Was unter freier Kohlensäure im Münchner Trinkwasser zu verstehen sei, darüber habe ich mich in unseren akademischen Sitzungsberichten 1860 S. 294 und ebenso 1871 S. 170 ausgesprochen. In der letzteren Mittheilung habe ich einen Schreibverstoss zu berichtigen, der in der Berechnung des Herrn Ditsch stehen geblieben ist. 1 Liter Wasser wird dort mit 63 und 64 Milligramm Kohlensäure angegeben und es muss heissen 63 und 64 Cubikcentimeter, was 124 und 126 Milligramm Kohlensäure entspricht. Es wird übrigens in Bälde eine Wiederholung der Untersuchung des Herrn Ditsch gemacht und veröffentlicht werden.

sende Glasflasche durch einen doppelt durchbohrten Kautschukpfropf Wasser fallen, und durch einen Heber, dessen eines Ende innen bis auf den Grund der Flasche reichte, dessen anderes aber nach aussen etwa 1 Decimeter höher mündete, als das andere Ende im Boden der Flasche, wieder abfliessen. Der Heber konnte also erst wirken, wenn das Wasser in der Flasche höher als 1 Decimeter stand. Ein in die Wasserschichte in der Flasche unaufhörlich herabfallender Wasserstrahl nimmt stets Luft mit unter die Oberfläche des Wassers, die in Blasen wieder aufsteigt, so dass die in der Flasche bleibend eingeschlossene Luft eigentlich beständig mit dem durch eine Röhre im Pfropf ein- und durch den Heber abfliessenden Wasser geschüttelt wird. Die Flasche war zu Anfang des Versuchs mit Luft aus dem Freien gefüllt, wurde dann mit der Wasserleitung in geeignete Verbindung gesetzt und 22 Stunden lang darin belassen. Das durch den Heber in einer Minute ablaufende Wasser wurde zeitweise gemessen, woraus sich berechnete, dass in 22 Stunden ohngefähr 1034 Liter Quellwasser durchgeflossen waren. Nachdem die Flasche von der Wasserleitung getrennt war, wurde die darin befindliche Luft mit einer gemessenen Menge (9 Liter) desselben Wassers verdrängt, und durch eine Röhre mit Barytwasser zur Absorption der Kohlensäure getrieben. Der Versuch ergab, dass die 22 Stunden lang mit Thalkirchner Quellwasser in der Flasche geschüttelten 9 Liter Luft 4,41 pro mille Kohlensäure aufgenommen hatten, also etwa 10mal mehr, als die atmosphärische Luft enthält.

Am nämlichen Tage, an dem dieser Versuch angestellt wurde, am 10. November, machte ich auch eine Bestimmung der Kohlensäure in der Luft 4 Meter tief im Boden (Röhre I). Diese Grundluft stand damals etwa $1^1/_2$ Meter über dem Grundwasserspiegel, und konnte, da zu dieser Zeit der Kohlensäuregehalt im Boden von unten nach oben abnimmt, für den Fall, dass dass Grundwasser die Kohlensäurequelle für die Grundluft wäre, auf keinen Fall mehr Kohlensäure enthalten als die Luft in der Flasche. Die Untersuchung der Grundluft ergab aber an diesem Tage 6,52 pro mille Kohlensäure, mithin 48 Procent mehr, als das Grundwasser im günstigsten Falle an eine es unmittelbar berührende Luftschichte abgeben konnte.

Der Versuch erschien mir so wichtig und entscheidend, dass ich ihn wiederholte und zwar unter noch schärferen Anforderungen. Ich nahm die nämliche Flasche, mit denselben Vorrichtungen wieder, liess aber dass Quellwasser viel längere Zeit und in viel grösserer Menge durchlaufen; auch die in der Flasche befindliche bleibende Wasserschichte war höher und dem entsprechend das Volum der eingeschlossenen Luft kleiner. Während 45 Stunden liefen diesmal ohngefähr 4300 Liter Quellwasser durch die in der Flasche eingeschlossene Luft, deren Volum etwas mehr als 7 Liter betrug. Der Kohlensäuregehalt der in der Flasche eingeschlossenen Luft war schliesslich 4,54 pro mille, also nahezu ganz der nämliche wie beim ersten Versuche. Die geringe Erhöhung um $^{13}/_{100000}$ beim zweiten Versuche rührt wahrscheinlich daher, dass beim ersten Versuche die Luft in der Flasche, als sie verdrängt und durch Barytwasser geleitet wurde 11° C,, beim zweiten Versuche 19° C. Temperatur hatte, wodurch beim zweiten Versuche eine Spur Kohlensäure mehr aus dem in der Flasche zurückgebliebenen Wasser abgedunstet sein mochte.

Am nämlichen Tage, an dem der zweite Versuch beendigt wurde, am 13. November, wurde auch der Kohlensäuregehalt der Grundluft in Röhre I wieder bestimmt, und 7,03 pro mille gefunden, d. h. um 54 Procent mehr, als sein könnte, wenn das Grundwasser die Kohlensäurequelle für die Grundluft wäre.

Der Kohlensäuregehalt im Grundwasser war unmittelbar vor und nach diesen beiden Versuchen bestimmt und gleich gefunden worden.

Durch diese Versuche scheint mir bewiesen zu sein, was auch aus andern Thatsachen schon erschlossen werden konnte, dass der poröse Boden die Quelle der Kohlensäure sowohl für das Wasser, als auch für die Luft in ihm ist, und dass mehr Kohlensäure von der Grundluft als vom Grundwasser aufgenommen und fortgeführt wird.

Welche Processe im Münchner Geröllboden die in der Grundluft in verschiedenen Tiefen sich findende Kohlensäure liefern, alles was sich darüber sagen lässt, ist vorläufig mehr oder weniger blosse Hypothese. Von der über dem Kalkgerölle liegenden, sehr spärlichen Humusschichte kann man im vorliegenden Falle die Kohlen-

säure der untern Schichten nicht ableiten, aus dem einfachen Grunde, weil die Menge der Kohlensäure in der unmittelbaren Nähe der mit Humus bedeckten Oberfläche stets am geringsten ist, hingegen nach unten in dem Maasse zunimmt, als die Geröllschichten sich von der Humusschichte entfernen. Mir ist am wahrscheinlichsten, dass organische Processe im Boden, welche vom Leben der niedrigsten Gebilde, den Protisten, wie sie Huxley, Häckel und Andere auf dem Grunde des Meeres gefunden haben, auch die Hauptquelle der Kohlensäure im Boden sind. In diesem Falle darf man nicht übersehen, dass das organische Leben zur Kohlensäure in einer zweifachen Beziehung steht, einmal verzehrt oder vermindert es Kohlensäure, wie in der Pflanze, dann scheidet es wieder Kohlensäure aus oder vermehrt sie wie im Thiere. Beide Processe können im Boden nebeneinander gleichzeitig verlaufen, und die bei der Untersuchung gefundene Kohlensäure könnte vielleicht gar kein direkter Ausdruck für die Intensität des Kohlensäure bildenden Processes, sondern nur für die Differenz der Intensität der beiden Richtungen, der Kohlensäure ausscheidenden und verzehrenden organischen Thätigkeit sein.

Jedenfalls scheint es mir nothwendig, diese fortlaufenden Kohlensäurebestimmungen in der Grundluft in München nicht nur in ihrer bisherigen Ausdehnung fortzusetzen, sondern sie noch zu vermehren. Namentlich scheint es mir wichtig, dieselben Untersuchungen auch an andern Orten, mit anderer Bodenbeschaffenheit zu wiederholen. Verschiedene Bodenbeschaffenheit wird wahrscheinlich sehr grosse Unterschiede bedingen.

Die Thatsachen verschiedenster Art drängen gegenwärtig mächtig dahin, dass wir dem Boden und den organischen Processen in ihm grössere Aufmerksamkeit als bisher zuwenden. Die Meteorologie hat sich zu einer Wissenschaft entwickelt, die aber bisher — mit Ausnahme von Temperaturmessungen — an der Erdoberfläche sich eine Gränzlinie gezogen. Jedoch diese Gränze ist eine willkürliche, keine natürliche. Gleichwie Wärme, Wasser und Luft in den Boden eindringen, so muss auch mit ihnen die Meteorologie unter die Oberfläche hinab sich fortsetzen, sie wird dort der Geognosie und der Physiologie begegnen, und wenn alle drei zusammen-

wirken, wird sich manches Räthsel lösen, mancher Nutzen daraus-ziehen lassen.

Schliesslich möchte ich nur noch einige Worte über die Ursache der verschiedenen Vertheilung der Kohlensäure in verschiedenen Tiefen und über die zeitweisen Schwankungen in gleichen Tiefen sagen. Die grosse Porosität des Münchner Geröllbodens (die von Wasser und Luft einnehmbaren Zwischenräume betragen nach vielen Messungen mehr als 35 Procent des Volums dieses Bodens) liesse eine sehr gleichmässige Vertheilung der Kohlensäure in der Grundluft erwarten. Das Gesetz der Diffusion und der Vorgang der Ventilation lassen aber eine solche Gleichmässigkeit nie zu Stande kommen. Die Grundluft ist von der darüberstehenden freien Atmosphäre durch die Bodenoberfläche nur sehr unvollständig abgeschlossen, die Luft im Boden steht mit der Luft über ihm in ununterbrochenem Verkehr sowohl durch Diffusion, als auch durch Luftwechsel oder Ventilation. Diffusion und Ventilation sind wohl die Hauptursachen, wesshalb bei einer in allen Schichten ganz gleichmässigen Entwicklung der Kohlensäure die oberen Schichten doch immer weniger davon enthalten würden als die unteren.

Es ist sehr die Frage, ob nicht die beständig aus dem Boden kommende Kohlensäure einen wesentlichen Antheil an dem Kohlensäuregehalt der freien Luft und seiner Schwankungen hat. Roscoe hat durch eine Reihe von Bestimmungen die unerwartete Thatsache constatirt, dass die riesige Industrie von Manchester, welche wesentlich auf die Verbrennung von Steinkohlen angewiesen ist, mit all ihren Schornsteinen den Kohlensäuregehalt der freien Atmosphäre nicht nachweisbar zu verändern vermag, so gross ist die sofortige Verdünnung in dem über Manchester wegziehenden Luftstrome. Die Schwankungen des Kohlensäuregehalts der Atmosphäre müssen daher von viel ausgedehnteren Koklensäurequellen herrühren. Franz Schulze in Rostock hat kürzlich eine Festschrift zur 44. Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte veröffentlicht: Ueber den täglichen Kohlensäuregehalt der Atmosphäre zu Rostock, in der es Seite X. heisst: „Nachdem ich wiederholt bemerkt hatte, dass mit dem Eintreten von Wind, welcher deutlich ausgesprochen Luft aus dem nordöstlichen Continente brachte, der Kohlensäure-

gehalt der Luft vergrössert war, und umgekehrt auf Südwestwind von weiterer Erstreckung ein Sinken der Kohlensäuremenge folgte, glaubte ich mir sagen zu dürfen, dass das Meer der Heerd einer beständigen Absorption von Kohlensäure aus der Atmosphäre sei, und das Gleichgewicht des mittleren Gehaltes der Luft an Kohlensäure durch das Plus hergestellt werde, welches auf dem Lande aus den vulkanischen Exhalationen, aus thierischer Athmung, den Verwesungsvorgängen, Verbrennungsprocessen und andern noch unklaren Vorgängen resultirt.“ Sollte vielleicht einer dieser unklaren Vorgänge auch der Kohlensäuregehalt der Grundluft sein?

Die Grösse des Luftwechsels im Boden hängt von den gleichen Ursachen ab, wie der Luftwechsel in unsern Wohnungen, theils von der Grösse der Temperaturdifferenz, theils von der Kraft des Windes, welche entsprechend den vorhandenen Oeffnungen und Poren mehr oder weniger Luft in einem Raume wechseln machen. Ist der Boden wärmer als die Luft, so muss die Grundluft viel mehr ventilirt werden, als im umgekehrten Falle. Im Winter ist der Kohlensäuregehalt der Grundluft nicht blos desshalb viel geringer, als im Sommer, weil vielleicht bei niedriger Temperatur weniger Kohlensäure gebildet wird, sondern auch weil die über dem Boden liegende schwerere Winterluft die wärmere Grundluft mehr verdrängt; und im Sommer sammelt sich mehr Kohlensäure im Boden, nicht nur weil vielleicht mehr erzeugt wird, sondern auch weil die darüber befindliche Atmosphäre wärmer und leichter, als die Grundluft ist, und diese viel weniger verdrängt und fortführt.

Naturnothwendig setzt sich auch die äussere Windbewegung in den Boden hinein fort. Dass windige Tage den Kohlensäuregehalt der oberen Bodenschichten verringern, geht schon aus den bisherigen Beobachtungen ziemlich deutlich hervor.

Insofern der Kohlensäuregehalt der Grundluft nicht blos von der in einer gewissen Zeit erzeugten Menge des Gases abhängt, sondern auch von Diffusion und Ventilation, ist der Vorgang ein sehr complicirter, welcher zu seinem vollen Verständniss noch zahlreicher Versuche und Beobachtungen bedarf. Ueber den Fortgang von Arbeiten in dieser Richtung hoffe ich in einiger Zeit wieder berichten zu können.

Untersuchungen über die Zersetzung des Eiweisses unter dem Einflusse von Morphium, Chinin und arseniger Säure.

Von

Dr. Hermann v. Boeck.

Ich habe im Sommer 1871 unter vorstehendem Titel eine kleine Broschüre behufs meiner Habilitation an hiesiger Universität für das Fach der Arzneimittellehre erscheinen lassen, aus der ich nach dem Wunsche des Herrn Professor Voit das in die Fragen des Stoffwechsels im Thierkörper Einschlagende im Auszuge hier mittheile, theils weil die betreffenden Untersuchungen im Voit'schen Laboratorium ausgeführt wurden, theils um die Sammlung derartiger Arbeiten in dieser Zeitschrift zu vervollständigen.

Nachdem meine Untersuchungen über den Einfluss des Quecksilbers und des Jodes auf den Eiweissumsatz im Menschen[1]) das Resultat ergeben hatten, dass diese heroischen Arzneimittel nicht im Stande sind, die Zersetzungen des Eiweisses wesentlich zu alteriren, so konnte ich wohl mit Recht zweifeln, ob es überhaupt Arzneikörper gebe, welche auf diese Zersetzungen in höherem Grade einwirken können. Dies veranlasste mich, jene Untersuchungen noch auf andere Stoffe auszudehnen, von denen entweder ein derartiger Einfluss behauptet worden war, oder von denen ein solcher nur wahrscheinlich schien. Es wurden zu diesem Zwecke das Morphium, das Chinin und die arsenige Säure gewählt.

Vom Opium hatte Boecker[2]) auf Grund von Versuchen angegeben, dass es die Menge der festen Bestandtheile im Harne ver-

---

1) Diese Zeitschrift Bd. 5. 1869. S. 393.

2) Beiträge zur Heilkunde 1849.

mindere, und einzelne Kliniker, z. B. v. Pfeufer, sprachen dem Morphium die Eigenschaft zu, die Consumption des Körpers z. B. bei Phthisis pulmonum zu verzögern. Dass Boecker's Methode unzureichend war, hat Voit[1]) schon genugsam hervorgehoben.

Vom Chinin hatte Dr. G. Kerner[2]) gesehen, dass unter seinem Einflusse die Eiweisszersetzung sich verringere. Er hat jedoch in seiner dritten Reihe, als er selbst einmalige sehr grosse Gaben Chinin nahm, Vergiftungserscheinungen auftreten sehen und es blieb daher noch fraglich, ob nicht gleichzeitig durch das Chinin Verdauungsstörungen hervorgerufen worden seien, welche die Abnahme des Stickstoffes im Harn verursachten.

Von der arsenigen Säure endlich hatten Schmidt und Stürzwage[3]) angegeben, dass diese giftige Substanz bei Katzen die Stickstoffausscheidung kleiner mache. Aber Voit[4]) hat auch von diesen Versuchen gezeigt, dass sie nicht beweisend seien.

Ferner hatte A. Cunze[5]) aus dem Verhalten der Körpertemperatur bei Kaninchen nach Injectionen von arseniger Säure in die Jugular-Vene auf eine Verminderung des Stoffwechsels überhaupt geschlossen. Nach den jetzigen Erfahrungen ist es wohl nicht möglich, aus einer geringeren Temperaturhöhe des Körpers diesen Schluss zu ziehen.

Zu der Wahl dieser Arzneikörper für meine Untersuchungen bestimmten mich ausserdem noch bekannte Wirkungen derselben, welche eine Aenderung der Eiweisszersetzung möglicherweise im Gefolge haben konnten, wie z. B. die Herabsetzung des Blutdruckes durch Morphium[6]) und Chinin[7]) in grossen Gaben, die gährungs-

---

1) Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel. München, 1869. S. 248.

2) Beiträge zur Kenntniss der Chininresorption. Pflüger's Archiv für Physiologie. 1869 S. 200 und 1870. S. 93.

3) Moleschott's Untersuchungen etc. Bd. VI. 1859. S. 283.

4) A. a. O. S. 249.

5) Ueber die Wirkungen der arsenigen Säure auf den thierischen Organismus. Zeitschrift für rat. Medicin. Bd. XXVIII S. 33 und 58.

6) v. Bezold und Gscheidlen: Ueber die physiolog. Wirkungen des essigsauren Morphiums. Würzburger physiolog. Untersuchungen. Heft III. 1868.

7) Lewizky: Ueber den Einfluss des Chinin sulfuric. auf die Temperatur und die Blutcirkulation. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1869, S. 196.

und fäulnisswidrige Wirkung des Chinins[1]) und des Arseniks[2]), ferner die bekannte Gewohnheit des Arsenikessens bei den Bewohnern gewisser Gebirgsgegenden etc.

Ueber die angewandte Methode habe ich weiter Nichts anzugeben, als dass ich das von Voit schon beschriebene Verfahren sorgfältig in Anwendung brachte. Mein Versuchsobjekt bei den drei Versuchsreihen war ein etwa 25 Kilo schwerer Hund, welcher während des Versuches mit Chinin und Morphium täglich 500 Gr. reinen ausgeschnittenen Fleisches (mit 17,0 Gr. Stickstoff) und 150 Gr. Fett erhielt, jedoch während der Arsenikreihe hungern musste, um nicht durch Erbrechen den Versuch zu stören, wie es in den Versuchen von Schmidt uud Stürzwage der Fall war. Ausserdem wurden dem Thiere täglich 150 Cc. Wasser dargereicht.

Da die direkte Stickstoffbestimmung durch Verbrennung mit Natronkalk beim Hundeharn, wenn er nicht zu sehr verdünnt und zu chlorreich ist, fast dieselben Resultate ergibt, wie die Stickstoffberechnung aus der nach Liebig's Methode bestimmten Harnstoffmenge, wovon ich mich durch mehrere Parallelversuche überzeugt habe, so zog ich der schnelleren Ausführung wegen die letztere Methode vor.

Der Stickstoffgehalt des Kothes betrug 6,5 Proc. der trockenen fettfreien Masse.

I. Versuchsreihe mit Morphium.

Nachdem die Stickstoffausscheidung während 5 Tagen fast dieselbe geblieben war, bekam der Hund mit dem Futter 0,1 Gr. essigsaures Morphium. Nach 4 Tagen, während welcher derselbe bedeutend weniger lebhaft war, als vor und nach dem Morphiumgenusse, folgte wieder eine dreitägige Fütterungsreihe ohne Morphium. Das Nähere ergibt sich aus folgender Tabelle.

---

1) Binz, Pharmacologische Studien über Chinin. Virchow's Archiv. Bd. XLVII. S. 67—105 u. 129—163.

2) C. Schmidt und Bretschneider, Moleschott's Untersuchungen. Bd. VI. S. 156.

Datum März	Harnmenge in Cc.	Harnstoff	Stickstoff im Harn	Koth trocken	Stickstoff im Koth	Gesammt-Stickstoff
6.	367	36,43	17,00	15,5	0,64	17,64
7.	364	36,51	17,04	15,5	0,64	17,68
8.	347	36,40	16,99	15,5	0,64	17,63
9.	362	36,08	16,82	15,5	0,64	17,46
10.	405	37,58	17,53	15,5	0,64	18,17
11.	466	31,55	14,72	15.5	0,64	15,36
12.	361	34,55	16,12	15,5	0,64	16,76
13.	384	34,91	16,29	15,5	0.64	16,93
14.	367	34,58	16,15	15,5	0,64	16,79
15.	411	36,94	17,24	15,5	0,64	17,88
16.	417	34,86	16,27	15,5	0,64	16,91
17.	436	35,08	16,37	15,5	0,64	17,01

Stickstoff-Bilanz:

Periode März	In den Einnahmen	In den Ausgaben	In den täglichen Ausgaben	Bemerkung
6.—10.	85,0	88,58	17,71	
11.—14.	68,0	65,84	16,46	Morphiumreihe.
15.—17.	51,0	51,80	17,27	

An den 5 Tagen vor der Morphiumdarreichung gab der Körper des Thieres noch etwas Eiweiss von sich ab.

In der dreitägigen Periode vom 15. bis 17. März, welche der Morphiumreihe folgte, sehen wir die Stickstoff-Einnahme und Ausgabe fast ganz gleich, und es ist demnach möglich, den Einfluss des Morphiums auf den Eiweissumsatz zu beurtheilen.

In der viertägigen Morphium-Versuchsperiode vom 11. bis 14. März werden nun im Tage 0,72 Grammen Stickstoff weniger ausgeschieden, als in den Einnahmen vorhanden war. Der Hund hatte also in diesen vier Tagen etwas Eiweiss angesetzt, entsprechend 63,5 Grammen Fleisch im Ganzen oder 16,0 Grammen täglich. Es wäre vielleicht möglich gewesen, durch Anwendung grösserer Mor-

phiumgaben, die Differenz noch mehr zu steigern, aber der Umstand, dass 1 Decigramm Morphium, eine Menge, wie sie nur selten beim Menschen auf einmal zur Anwendung kommt, nur eine so unbedeutende Aenderung im Stickstoffumsatz hervorzurufen vermochte, mag uns zu dem Schlusse berechtigen, dass auch noch grössere Gaben von Morphium einen wesentlichen Einfluss auf denselben nicht ausgeübt haben würden.

Es lässt sich somit das Resultat dieses Versuches so feststellen und ausdrücken:

Bei Morphiumgebrauch wird die Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanzen des Körpers um eine sehr unbedeutende Grösse verringert.

Es ist auf den ersten Augenblick wohl klar, dass auf einer solchen Einwirkung des Morphiums kein Heilerfolg beruht, dass man also aus diesem Grunde das Mittel nicht anwenden kann.

Allerdings bezieht sich dieser Ausspruch nur auf die Wirkung des Morphiums auf die Eiweisszersetzung. Es wäre jedoch denkbar und es ist sogar wahrscheinlich, dass das Morphium einen bedeutenderen Einfluss auf die Zersetzung der stickstofffreien Substanzen ausübt, dass sich also die Kohlenstoffausscheidung unter seiner Einwirkung wesentlich vermindere. Dieser Theil der Zersetzungen aber ist bis jetzt unter dem Einflusse des Morphiums noch nicht untersucht worden, und man ist ohne positive Grundlage nicht berechtigt, eine Aenderung desselben zu behaupten.

II. Versuchsreihe mit Chinin.

Nachdem der Hund mit 500 Grammen Fleisch und 150 Grammen Fett auf das Stickstoffgleichgewicht gebracht war, führte ich während fünf Tagen täglich 1,0 Gramm schwefelsauren Chinins ein, und liess dann darauf wieder drei Normaltage folgen.

Die folgende Tabelle ergibt die bei der Analyse der Excremente gewonnenen Zahlen:

Datum März	Harnmenge in Cc.	Harnstoff	Stickstoff im Harn	Koth trocken	Stickstoff im Koth	Gesammt-Stickstoff
15.	411	36,94	17,24	15,5	0,64	17,88
16.	417	34,86	16,27	15,5	0,64	16,91
17.	436	35,08	16,37	15,5	0,64	17,01
18.	305	30,59	14,28	15,5	0,64	14,85[1])
19.	360	33,11	15,45	15,5	0,64	16,02
20.	330	30,35	14,16	15,5	0,64	14,73
21.	313	28,13	13,13	15,5	0,64	13,70
22.	393	33,02	15,41	15,5	0,64	15,98
23.	463	38,31	15,55	15,5	0,64	16,19
24.	483	34,32	16,02	15,5	0,64	16,66
25.	458	33,50	15,63	15,5	0,64	16,27

Stickstoff - Bilanz:

Periode März	In den Einnahmen	In den Ausgaben	In den täglichen Ausgaben	Bemerkung
15.–17.	51,0	51,80	17,27	
18. 22.	85,0	75,28	15,05	Chininreihe
23.—25.	51,0	49,12	16,38	

Aus der Betrachtung der vorstehenden Zahlen geht hervor, dass in den Tagen, welche der Darreichung des Chinins vorausgingen, fast dieselbe Menge Stickstoff ausgegeben wurde, als in der Nahrung enthalten war. Es konnte somit am 18. März zum ersten Male das Chinin gegeben werden. In den fünf Versuchstagen mit Chinin finden wir, dass im Ganzen 9,72 Grammen Stickstoff weniger ausgeschieden wurden, als in der Nahrung eingeführt worden war. Der Hund hatte also dabei Eiweiss erspart und angesetzt. Wir sind vollauf berechtigt, diese Ersparung auf Rech-

1) Ich mache mich keines bedeutenden Fehlers schuldig, wenn ich täglich für den Stickstoff des Chinins 0,07 N in Abzug bringe, da nach den Untersuchungen von Briquet, Thau, Dietl, Kerner fast alles Chinin in 24 Stunden wieder durch den Harn ausgeschieden wird.

nung der Wirkung des Chinins zu schreiben. In der darauf folgenden dreitägigen Reihe finden wir noch ein Minus von 1,88 Grammen Stickstoff in den Entleerungen. Ich betrachte dieses Minus um so mehr als eine Nachwirkung des Chinins, als aus den Untersuchungen Kerner's hervorgeht, dass, wenn auch die grösste Menge des Chinins binnen 24 Stunden den Organismus wieder verlässt, doch ein kleiner Theil desselben noch etwas länger in ihm verweilt.

Das Resultat dieses Versuches lässt sich mit folgenden Worten ausdrücken:

Bei Chiningebrauch wird die Stickstoffausscheidung oder die Zersetzung eiweissartiger Substanzen im Organismus in mässigem, jedoch bedeutenderem Grade vermindert als bei Morphiumgebrauch.

Rechnen wir die 9,72 Grammen während des Chiningebrauchs ersparten Stickstoffes auf frisches Fleisch aus, so entsprechen sie 286 Grammen Fleisch, was einer täglichen Ersparung von 57 Gr. Fleisch oder 11,1 Prozent gleichkommt.

Es liegt ferne von mir, diese Ersparung für ganz unbedeutend zu halten, aber eine weittragende Bedeutung muss ich derselben absprechen. Es kann in der Einwirkung des Chinins auf den Eiweissverbrauch kein Heilerfolg desselben erwartet werden; ebensowenig kann man aus diesem Verhältnisse Erklärungen für seine anderen Wirkungen, wegen deren dasselbe angewendet wird, ableiten. Allerdings wird man das Chinin um so lieber gebrauchen, wenn man weiss, dass es den Zerfall und die Zerstörung des Eiweisses eher hindert als fördert. Man wird vielleicht in Consumptionskrankheiten dieses Mittel anwenden, aber gewiss nicht ausschliesslich wegen seiner Eigenschaft, den Eiweissverbrauch zu mässigen. — Das Chinin ist kein Roborans, es kann direkt dem Organismus keine lebendige Kraft zuführen, da es sich im Körper nicht zersetzt; wohl ist aber eine indirekte Wirkung desselben denkbar, welche vielleicht die Nahrungsaufnahme im Darm begünstigt, wonach dann sekundär durch die Mehraufnahme von Substanzen dem Organismus eine Quelle wirklicher Kraft erwächst. Vorläufig ist aber ein solcher Einfluss noch nicht nachgewiesen.

Da es mir in obigem Versuche unmöglich war, den auf die eigentliche Chininreihe treffenden Koth von dem übrigen abzugrenzen, und man vielleicht annehmen könnte, dass in Folge der Anwesenheit von Chinin im Darm weniger Eiweiss von der Nahrung resorbirt würde, und somit die Eiweissersparung nur eine scheinbare sei, so habe ich jüngst diesen Versuch für sich gemacht und in 2 Versuchsreihen von je 6 Tagen die Kothmenge eines Hundes bei Fütterung mit 500 Grammen Fleisch und 150 Grammen Fett einmal ohne und einmal nach Zusatz von 1,0 Gramm schwefelsaurem Chinin durch vor- und nachherige Fütterung mit Knochen genau abgegrenzt und bestimmt. Die gesammte trockene Kothmenge wog in der ersten Reihe ohne den Chininzusatz 78,7 Gramm, in der zweiten Reihe mit Chininzusatz 74,6 Gramm.

Der erstere Koth wurde auf 4 Mal entleert und war von breiiger Consistenz, der während der Chininreihe wurde auf 2 Mal entleert und war fest. Es ergibt sich hieraus evident, dass das Chinin, in der genannten Dosis gereicht, die Kothmenge nicht vermehrt, somit das Minus von Stickstoff im Harn bei Chiningebrauch nicht von einer verminderten Eiweiss-Resorption im Darme herrührt.

Suchen wir nach dem Grunde, weshalb das Chinin die Zersetzung des Eiweisses vermindert.

Wäre das Chinin ein leicht zersetzbarer Stoff, leichter zersetzbar als Eiweiss, so könnte man vielleicht einen Augenblick daran denken, ob die Verminderung des Eiweissverbrauches nach Einführung des Chinins nicht daher rühre, dass das Chinin das Eiweiss vor der Zerstörung schütze, auf eine ähnliche Weise etwa, wie man das früher vom Fette oder vom Zucker und Alkohol fälschlich angenommen hat, indem es einen Theil des Sauerstoffs für sich in Beschlag nimmt. Allein einmal ist das Chinin schwer zerlegbar, wie Kerner nachgewiesen hat, und zweitens würde selbst eine daraus resultirende Wirkung nur gering ausfallen können, da die Menge des eingeführten Alcaloides eine so geringe ist.

Man könnte ferner geneigt sein anzunehmen, dass das Chinin, von dem man weiss, dass es auf gewisse geformte Säftebestandtheile eine mächtige Wirkung ausübt, im Stande sei, die Sauerstoffaufnahme in das Blut zu vermindern, oder die Ueberführung des

Sauerstoffes in Ozon theilweise zu verhindern, und so eine Verminderung der Eiweisszersetzung herbeizuführen. Aber selbst angenommen, das Chinin setze die Sauerstoffaufnahme in's Blut herab, so wäre dies doch von keinem Einfluss auf den Eiweisszerfall, da dieser von der Sauerstoffaufnahme nicht abhängig ist. Voit hat an mehreren Orten darauf hingewiesen, dass die Eiweisszersetzung unabhängig von der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs vor sich gehe. Es kann mehr Sauerstoff in einem Zeitraume aufgenommen werden, als in einem anderen gleich lange dauernden Zeitabschnitte, und doch in beiden die Eiweisszersetzung gleich gross sein. So überzeugten sich Pettenkofer und Voit[1]), dass bei der Arbeit ein Mensch fast doppelt so viel Sauerstoff aufnimmt, als bei der Ruhe, während unter beiden Verhältnissen die Eiweisszersetzung nahezu die gleiche ist. Umgekehrt kann die Sauerstoffaufnahme unter Umständen viel geringer sein als normal, und dabei doch viel mehr Eiweiss zersetzt werden. So sah Dr. J. Bauer[2]), der im Voit'schen Laboratorium Untersuchungen über den Stoffwechsel bei der Phosphor-Vergiftung anstellte, dass unter dem Einflusse von Phosphor vier bis fünfmal mehr Eiweiss zersetzt werden kann als gewöhnlich, obwohl die Respirations-Versuche dabei eine geringere Sauerstoffaufnahme ergaben. Also auch dieser Erklärungsversuch kann nicht festgehalten werden.

Vielleicht ist es möglich, aus den Veränderungen der Circulationsverhältnisse im Thierkörper durch das Chinin die Verminderung des Eiweissumsatzes abzuleiten.

Nach den Angaben von Briquet[3]) und Lewizky setzt das Chinin in grösseren Gaben den Blutdruck herab. Es ist nach den Auseinandersetzungen von Voit bekannt, dass die Aenderung in der Quantität des circulirenden Eiweisses am meisten auf die Eiweisszersetzung influirt. Als den Ort, wo die Zersetzung des Eiweisses stattfindet, müssen die Zellen und die durch sie und die ihnen gleichwerthigen Gebilde aufgebauten Gewebe und Organe angesehen werden. Die Zellen sind im Stande, je nach der ihnen

1) Pettenkofer und Voit, diese Zeitschrift Bd. II. 1866.

2) Dr. J. Bauer, diese Zeitschrift 1871. Bd. VII.

3) Briquet, Traité thérapeutique du Quinquina etc. pag. 228.

durch die Säfte zugeführten Eiweissmenge, mehr oder weniger Eiweiss zum Zerfalle zu bringen; darum zersetzen dieselben im Hunger viel weniger Eiweiss, als bei reichlicher Nahrungszufuhr. Der Organismus wird also unter sonst gleichen Bedingungen um so mehr Eiweiss zerlegen, je mehr Eiweiss in der gleichen Zeit seine Zellen durchwandert. Der vermehrte Blutdruck aber begünstigt den Austritt von Plasma und vermehrt die Säftemenge, welche den Zellen zugeführt wird, während der verringerte Blutdruck nothwendigerweise den entgegengesetzten Einfluss ausüben muss. Bei gleicher Eiweisszufuhr, bei dem gleichen Zustande der Zellen und bei Gleichbleiben aller anderen Verhältnisse wird demnach eine Vermehrung des Blutdruckes eine Vermehrung des Eiweisszerfalles, und eine Verminderung des Blutdruckes eine Verminderung der Eiweisszersetzung im Gefolge haben müssen. In der That bringt z. B. reichlichere Wasserzufuhr den Blutdruck in die Höhe und vermehrt die Eiweisszersetzung, während wir z. B. vom Morphium, welches den Blutdruck herabsetzt, gesehen haben, dass es den Eiweisszerfall, wenn auch in geringem Grade, vermindert. Es liegt daher durchaus nicht ferne, anzunehmen, dass in der Eigenschaft des Chinins, den Blutdruck herabzusetzen, auch der Grund seines hemmenden Einflusses auf die Eiweisszersetzung wenigstens theilweise zu suchen sei.

Aber schon aus dem geringen Einflusse des Morphiums auf die Eiweisszersetzung geht hervor, dass nur ein kleiner Theil der ähnlichen Wirkung des Chinins auf Rechnung des verminderten Blutdruckes zu schreiben sein dürfte, und dass wahrscheinlich noch andere Verhältnisse in Betracht zu ziehen seien.

Man könnte meinen, das Chinin ändere die Constitution des Eiweisses und mache es so schwerer zerlegbar.

Es sprechen allerdings mehrere Erfahrungen dafür, dass das Chinin mit dem Eiweiss Verbindungen eingehe, so z. B. der Umstand, dass die Fluorescenz einer Chininlösung verschwindet, wenn man Eiweiss in sie einträgt, ferner die Thatsache, dass nach Binz bei Gegenwart von Chinin Fleisch nicht fault, wovon ich mich selbst zur Genüge überzeugt habe. Es wäre möglich, dass durch eine solche Verbindung mit dem Chinin das Eiweiss schwerer zersetzbar würde. Man schreibt den Verbindungen des Eiweisses mit gewissen

Metallen z. B. dem Quecksilberalbuminat, dem Arsenikalbuminat, mit Recht die Eigenschaft zu, schwer zersetzbar zu sein; wir wissen jedoch, dass diese Metalle, einmal in den Organismus gebracht, denselben sehr langsam wieder verlassen, während das Chinin, wie schon angegeben, ziemlich rasch sich ausscheidet. Wenn aber auch eine schwer zerstörbare Verbindung des Eiweisses mit dem Chinin existirt, so haben doch meine Versuche über den Einfluss des Quecksilbers auf die Eiweisszersetzung bewiesen, und werden die noch folgenden über die gleiche Wirkung des Arseniks noch weiter darthun, dass dies auf die Stickstoffausgaben von keinem erkennbaren Einfluss ist. Es wäre nur noch denkbar, dass die genannten Metalle sich vielleicht nur mit dem Organeiweiss verbinden und deshalb die Eiweisszersetzung nicht wesentlich ändern; dass aber beim Chinin gerade umgekehrt eine Verbindung mit dem circulirenden Eiweiss stattfinde. Etwas der Art ist jedoch nicht dargethan. Es bleibt uns daher nichts Anderes übrig, als die Wirkung des Chinins auf den Eiweissumsatz aus einer Einwirkung desselben auf die Zellen und die Thätigkeit derselben abzuleiten.

Binz hat dargethan, dass bei Gegenwart von Chinin die Ueberführung von Zucker in Alkohol und Kohlensäure durch Hefe unterbrochen werde, und dass dies seinen Grund in einer Aufhebung der Thätigkeit der Hefezellen habe. Es handelt sich hier um die Vernichtung der Wirkung eines organisirten Fermentes unter dem Einflusse des Chinins. Davon, dass nichtorganisirte Fermente durch das Chinin in ihrer Thätigkeit nicht beeinflusst werden, habe ich mich durch Verdauungsversuche mit Pepsin überzeugt; auch Voit sah die Wirkung des Speichelfermentes durch Chinin nicht aufgehoben werden. Binz zeigte uns ferner, dass das Chinin dem Leben der Infusorien und Pilze äusserst verderblich ist, Dinge, von denen man sich sehr leicht selbst überzeugen kann; er sah ferner, dass die weissen Blutkörperchen dadurch ihre Bewegungsfähigkeit verlieren. Was hindert uns anzunehmen, dass auch die übrigen Zellen, wenn auch vielleicht in geringerem Grade, durch das Chinin in ihren Lebens-Eigenschaften angegriffen werden? Es liegt eine solche Annahme gewiss sehr nahe. Wenn man die Aehnlichkeit zwischen dem Gährungsprozesse und dem Prozesse der Zersetzungen im

Körper in Betracht zieht, wenn man bedenkt, dass in beiden Fällen im Wesen dasselbe stattfindet, nämlich der Zerfall eines Stoffes in andere Produkte unter der Einwirkung eines lebenden Organismus, so wird man gewissermassen zu der Annahme genöthigt, dass das Chinin auf die Körperzellen ebenso einwirke wie auf die Hefezellen. Der Umstand, dass bei der Gährung das zugefügte Chinin den ganzen Process sistirt, in den Organismus eingeführt jedoch den Eiweisszerfall nur verlangsamt, beruht nur auf einem quantitativen Unterschiede. Würden wir viel grössere Chiningaben in den Organismus einführen, so würden wir wahrscheinlich auch im Stande sein, die Eiweisszersetzung ganz zu unterdrücken. Darauf weist auch der schon erwähnte Versuch Kerners hin, bei welchem er, als er sehr grosse Dosen Chinin zu sich nahm, Vergiftungserscheinungen bekam, während gerade bei diesen Dosen seine Stickstoffausfuhr den niedersten Punkt erreichte. Ich führe somit die Eigenschaft des Chinins, die Eiweisszersetzung zu verlangsamen, vorzüglich darauf zurück, dass es die Thätigkeit der Zellen beschränkt, und schreibe der Einwirkung des Chinins auf das circulirende Eiweiss höchstens eine geringe Bedeutung zu, während ich in der Verminderung des Blutdruckes einen begünstigenden Umstand erblicke.

Es erübrigt mir noch anzugeben, dass die während der Chininreihe angestellten quantitativen Bestimmungen der Kynurensäure eine deutliche Verminderung derselben ergaben, ein Resultat, welches mit den Angaben von H. Ranke[1]) und Kerner[2]) über die Ausscheidung der Harnsäure bei Chiningebrauch übereinstimmt. Ich erhielt nämlich folgende Zahlen:

Datum März	Kynurensäure in Grammen	Bemerkungen
16	0,558	Normaler Harn
17	0,584	"
18	0,366	1,0 Chinin
19	0,435	"
20	0,392	"
21	0,370	"

1) H. Ranke: Versuche über die Ausscheidung der Harnsäure beim Menschen. München, 1858.

2) Kerner, a. a. O.

III. Versuchsreihe mit arseniger Säure.

Um das bei den Untersuchungen von Schmidt und Stürzwage der richtigen Erforschung so hinderlich gewesene Erbrechen zu vermeiden, liess ich das Versuchsthier hungern, d. h. es wurden täglich nur 15 Gr. Fleisch gegeben, um dieses als Vehikel für die arsenige Säure gebrauchen zu können. Um das Leben des Thieres nicht zu gefährden, wandte ich Gaben von arseniger Säure an, welche als höchste in der Medizin in Anwendung kommen und welche die Arsenikesser in Steiermark geniessen. Es folgen die hier beim Versuche erhaltenen Zahlen:

Datum April	Harnmenge in Cc.	Harnstoff	Stickstoff im Harn	Koth trocken	Stickstoff im Koth	Gesammt-Stickstoff	Arsenik
3.	146	11,29	5,27	4,4	0,29	5,56	
4.	158	11,56	5,39	4,4	0,29	5,68	
5.	170	12,08	5,64	4,4	0,29	5,93	
6.	149	11,52	5,38	4,4	0,29	5,67	
7.	138	10,98	5,12	4,4	0,29	5,41	0,01
8.	114	10,01	4,67	4,4	0,29	4,96	0,02
9.	119	9,95	4,64	4,4	0,29	4,93	0,02
10.	109	9,44	4,41	4,4	0,29	4,70	0,03
11.	107	9,49	4,43	4,4	0,29	4,72	0,03
12.	106	9,53	4,45	4,4	0,29	4,74	0,04
13.	112	9,83	4,59	4,4	0,29	4,88	0,05
14.	141	10,02	4,68	4,4	0,29	4,97	0,06
15.	94	8,05	3,76	4,4	0,29	4,05	
16.	87	7,72	3,60	4,4	0,29	3,89	
17.	94	6,32	2,95	4,4	0,29	3,24	
18.	120	11,29	5,27	4,4	0,29	5,56	

Stickstoff-Bilanz:

Periode April	In den Einnahmen	In den Ausgaben	In den täglichen Ausgaben	Bemerkung
3.—6.	2,0	22,84	5,71	
7.—14.	4,0	39,31	4,91	Arsenikreihe
15.—18.	2,0	16,74	4,18	

Bei der Betrachtung dieser Zahlen ergibt sich, dass vor der Arsenikgabe die Stickstoffausscheidung nahezu constant war, so dass man eine Aenderung derselben durch die arsenige Säure sehr wohl bemerken konnte. Während des Arsenikgebrauches vom 7. bis 14. April sank die Stickstoffausgabe allmälig herab. Dieses Sinken dauert aber auch in der der Arsenikreihe folgenden Periode noch an, so dass sich der Durchschnitt der Ausgaben in der letzten Periode (15. bis 18. April) niedriger berechnet, als während der Arsenikreihe.

Es könnte diese allmälige Abnahme in der Stickstoffausscheidung als Wirkung der arsenigen Säure angesehen werden, wenn dieselbe beim Hunger nicht eine normale Erscheinung wäre, wie Voit[1]) nachgewiesen hat. Da dieses Sinken so langsam und stetig vor sich ging, so ist der Einfluss der arsenigen Säure jedenfalls nur ein äusserst geringer. Nur die auffallende Steigerung der Stickstoffausfuhr am letzten Tage (18. April) bedarf noch einer besonderen Erklärung. Dieselbe ist schon von Voit nach sehr langem Hungern beobachtet worden und hängt vom Schwunde des Fettes ab, welches bisher einen Theil des Eiweisses vor der Zersetzung schützte. Es zeigt dies, dass mein Hund durch den 16tägigen Hunger schon sehr herabgekommen war, und dass es Zeit war, den Versuch zu unterbrechen.

Somit ist das Resultat bei dem Arsenikversuche:

Die arsenige Säure übt in der angewandten Dosis auf die Stickstoffausscheidung und auf den Eiweissumsatz keinen wesentlichen Einfluss aus.

Es sollen damit keineswegs gewisse Angaben über die Folgeerscheinungen des Arsenikgenusses angezweifelt werden. Es ist z. B. trotzdem, dass der Eiweisszerfall bei Arsenikgenuss sich nicht wesentlich ändert, doch sehr wohl möglich, dass E. Kopp[2]) bei Beschäftigung mit Arsenik um 20 Pfund schwerer wurde und nach Beendigung dieser Beschäftigung in einigen Wochen wieder um 20 Pfund abnahm; es soll auch nicht bezweifelt werden, dass

1) Voit, Ueber die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung beim Hungern. Diese Zeitschrift Bd. II. 1866. pag. 227.

2) Silliman's Journal of sciences and arts 1860. Vol. 30. pag. 209.

Kaninchen[1]) welche mit Arsenik gefüttert wurden, mehr an Gewicht zunahmen, als solche, denen man keinen Arsenik reichte. Aber dass der Grund dieser und ähnlicher Erscheinungen nicht in einem geringeren Eiweisszerfall zu suchen ist, das beweisen meine Versuche. Ob der Arsenik den Zerfall der stickstofffreien Substanzen, z. B. des Fettes, verringere, wie es nach obigen Angaben nicht unwahrscheinlich ist, muss erst geprüft werden.

Ich glaube aus meinen Untersuchungen den Schluss ziehen zu dürfen, dass unsere Arzneikörper nicht im Stande sind die Zersetzung des Eiweisses im Organismus wesentlich zu alteriren und dass von dem geringen Einflusse derselben auf diese Zersetzungsvorgänge eine Erklärung ihrer Wirkungsweise nicht abzuleiten ist und dass schliesslich in dieser Richtung von den Arzneimitteln im engsten Sinne des Wortes ein Heilerfolg nicht zu erwarten steht.

1) Roussin, Journal de Pharmacie et de Chimie T. 43 pag. 102.

Ueber die Zersetzungsvorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch.

Von

M. v. Pettenkofer und C. Voit.

Wir haben im Jahre 1869 unsere Respirationsversuche am Hunde bei Hunger und ausschliesslicher Fettzufuhr veröffentlicht[1]), bei denen sich ergab, dass beim Hunger nur Eiweiss und Fett zersetzt wird, und dass bei ausschliesslicher Fettzufuhr zwar nicht die Abgabe von Eiweiss, aber von Fett vom Körper aufgehoben und sogar Fett angesetzt werden kann, wobei gewöhnlich weniger Fett zerstört und weniger Sauerstoff aufgenommen wird, als beim Hunger.

Die Zufuhr von Eiweiss greift dagegen gewaltig in die Stoffwechselvorgänge ein und es treten die Unterschiede zwischen seinen Wirkungen und denen des Fettes aufs deutlichste hervor.

Es sollen in Folgendem die Resultate unserer Versuche bei Zufuhr von reinem Fleisch näher dargelegt werden, bei denen der Hund unter verschiedenen Umständen wechselnde Mengen (500 bis 2500 Gmm.) von ausgeschnittenem Muskelfleisch erhielt. Es war der nämliche über 30 Kilo schwere Hund, der bei allen unseren Respirationsversuchen, sowie auch zu den früheren Ernährungsversuchen von Bischoff und Voit gedient hatte.

Nachdem wir nach Herstellung des grossen Respirationsapparates im Jahre 1861 in einer Reihe von 24 Versuchen[2]) die Kohlensäure der Respiration bestimmt hatten, ergab sich die Nothwendigkeit, auch die Aufnahme des Sauerstoffs und die Abgabe von Wasser und anderen Gasen in das Bereich der Untersuchung zu ziehen,

1) Diese Zeitschrift 1869. Bd. 5. S. 369.

2) Annalen der Chem. u. Pharm. 1862. II. Suppl.-Bd. Hft. 1. S. 53.

was bei 31 Versuchen vom Jahre 1862[1]) und 38 Versuchen vom Jahre 1863 geschah. Von den beiden ersten Reihen wurden bisher nur die Zahlenresultate veröffentlicht, von letzteren waren 5 Beobachtungstage bei Fütterung mit 1500 Gmm. Fleisch herausgehoben und näher betrachtet[2]) worden. Unter diesen 93 Versuchen befinden sich 34, bei denen reines Fleisch dargereicht worden war, über welche hier eingehend referirt werden soll.

Bei unseren Versuchen werden alle aus dem Körper entfernten Zersetzungsprodukte bestimmt und daraus auf die Menge der im Körper zersetzten Stoffe geschlossen. Es ist bis jetzt von Niemandem etwas der Art unternommen worden, denn entweder fehlt die Kenntniss der gasförmigen Ausscheidung, wie bei den Versuchen von Boussingault, Barral etc., oder es fehlen die im Harn und Koth befindlichen Produkte, wie bei den Respirationsversuchen von Regnault und Reiset, die gar keinen Schluss auf die Zersetzungen im Körper zulassen, oder es fehlen einzelne der durch Haut und Lunge gewechselten Stoffe.

Wir bestimmen die Elemente der Einnahmen und die der Ausgaben im Harn, Koth und in der Respiration.

Für die Zusammensetzung des gefütterten Fleisches nehmen wir die schon früher benützten Zahlen an. (Bischoff und Voit, die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers, S. 304.)

Der Stickstoff des von 24 Stunden gesammelten Harns des Hundes kann mit hinreichender Genauigkeit durch die Liebig'sche Titrirmethode des Harnstoffes ermittelt werden, da im Hundeharn nach Fütterung mit reinem Fleisch nur sehr geringe Mengen von Chlor enthalten sind. Ein Theil der Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmungen des Harns ist schon früher (diese Zeitschrift 1865 S. 141—147) veröffentlicht worden, ebenso Bestimmungen der Trockenmenge und der Asche (diese Zeitschrift 1865, S. 136—140).

In dem genau abgegrenzten Fleischkothe wurde regelmässig nur der Gehalt an Wasser und festen Theilen eruirt und für die übrige Zusammensetzung die früher ausgeführten Analysen zu Grunde

1) Annalen der Chem. u. Pharm. 1862. II. Suppl.-Bd. Heft 1. S. 62 u. 66.

2) Sitz.-Ber. d. bayer. Akad. d. Wiss. 1863. I. 4. S. 547 und Annalen der Chem. u. Pharm. II. Suppl.-Bd. Heft 3. S. 361.

gelegt (siehe Bischoff und Voit, die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers S. 304.)

Die Bestimmungen der durch Haut und Lunge ausgeschiedenen Kohlensäure, des Wassers, Wasserstoffs und Grubengases und die Bestimmung des ins Blut aufgenommenen Sauerstoffs geschahen nach den Angaben, welche bei früheren Mittheilungen in den Annalen der Chem. u. Pharm. und in dieser Zeitschrift gemacht worden sind.[1])

Es ist uns leider nicht möglich, alle einzelnen Daten der unzähligen Analysen anzugeben, sie würden übermässig viel Raum in Anspruch nehmen; wir haben aber unsere Versuchsprotocolle und Tagebücher im physiologischen Institute niedergelegt, wo stets von ihnen Einsicht genommen werden kann.

Obwohl wir früher schon ein Protocoll eines Respirationsversuches am Menschen veröffentlicht haben, so wollen wir der Uebersicht halber ein solches von einem Versuche am Hunde hier einschalten.

Protokoll des Versuchs vom 27. Februar 1863.

Stand der grossen Gasuhr zu Anfang des Versuchs . . .	1685982	engl. □ Fuss.
„ „ „ „ „ Ende des Versuchs	1695678	„ „
Durch die grosse Gasuhr in 24 Stunden geströmte Luftmenge	9696.0	„ „
Correction für Temperatur	77.5	„ „
Correction für Wasserdunst	24.5	„ „
Gesammtmenge . .	9798.0	engl. □ Fuss.
„	277702	Liter.

Temperatur der Gasuhren nach Celsius.

Zeit der Beobachtung	kleine Gasuhr	grosse Gasuhr
11 h.	15.4	13.5
1	15.6	13.7
3	16.2	14.0
5	16.6	14.1
7	15.6	13.2
9	15.0	12.8
11	14.8	12.4
1	14.4	12.5
3	15.6	13.4
5	16.0	13.9
7	16.2	13.8
9	16.2	13.6
Mittel:	15.6	13.4

1) Annalen der Chem. u. Pharm. 1862. II. Suppl.-Bd. Heft 1. S. 1—70; diese Zeitschrift 1866. Bd. II. S. 472—478.

	Untersuchte Luftmenge in Liter		Kohlensäure-Bestimmung							Wasser-Bestimmung			
			Barytwasser			Kohlensäure				Gewicht der SO_3 Apparate vor und nach dem Versuch	Gehalt und Differenz in 1000 Litern in Grm.		in der gesammten Luft
			Vol. in c. c.	c. c. Ō für 30 c. c. Barytwasser		m. gr. in der untersuchten Luft	Gehalt u. Differenz in 1000 Litern in Grm.		in der gesammten Luft				
	abgelesen	corrigirt		vor dem Versuch	nach dem Versuch		im Strom	im Rückst.			im Strom	im Rückst.	
Aeussere Luft ungeglüht	139.75	137.20	90 90	91.4 91.3 30.4 30.5	53.6 53.5 30.1	113.40 1.05 114.45	0.8342	—	—	62.5360 61.8335 0.7025	5.1202	—	—
Aeussere Luft geglüht	133.10	130.94	90 90	91.4 91.3 30.4 30.5	54.9 54.9 29.9	109.35 1.65 111.00	0.8477	—	—	61.5205 60.8470 0.6735	5.1428	—	—
Innere Luft ungeglüht	143.70	114.36	225 90	91.4 91.3 30.4 30.5	39.9 39.9 29.5	385.87 2.85 388.72	2.6927 0.8342 1.8585	1.94	516.1 + 23.3 539.4	65.8605 64.9505 0.9100	6.3036 5.1202 1.1834	1.23	328.6 + 14.8 343.4
Innere Luft geglüht	128.25	125.30	225 90	91.4 91.3 30.4 30.5	46.1 46.0 29.6	339.75 2.55 342.30	2.7318 0.8477 1.8841	1.96	523.2 + 23.5 546.7	70.0135 69.2155 0.7980	6.3687 5.1428 1.2259	1.28	340.4 15.4 355.4

Daraus erhält man:

Kohlensäure ungeglüht	539.4
Kohlensäure geglüht .	546.7
Wasser ungeglüht . .	343.4
Wasser geglüht . . .	355.4
Wasserstoff	0.67
Grubengas	2.66

Die Bestimmung des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffs beruht auf der Ermittlung sämmtlicher beim Stoffwechsel betheiligter Gewichtsverhältnisse mit Ausnahme des Sauerstoffs selbst, der sich dann wie bei der organischen Elementaranalyse aus dem Fehlenden ergibt. Man muss dabei das Körpergewicht zu Anfang und am Ende des Versuchs kennen, dann das Gewicht der Nahrung und das der Ausgaben durch Harn und Koth, sowie durch Haut und Lungen. Auf die Sauerstoffzahl fallen somit alle Fehler des Versuchs und ist seine Bestimmung daher am wenigsten genau. Es können dabei im Maximum folgende Fehler vorkommen.

Für die zweimalige Wiegung des Thieres	10 Grm.
für die Bestimmung der Kohlensäure .	10 „
für die Bestimmung des Wassers . .	30 „
in Summe	50 Grm.

Da nun bei Darreichung von 1500 Fleisch etwa 480 Sauerstoff und bei 500 Fleisch im Minimum 300 Sauerstoff aufgenommen werden, so ist der Maximal-

fehler im ersten Falle 10 $^0/_{00}$, im zweiten 16 $^0/_0$. Man kann jedoch mit aller Bestimmtheit annehmen, dass der Fehler in Wirklichkeit wesentlich kleiner ist, da die Unsicherheiten herüber und hinüber fallen und sich so compensiren, und da die Wasserbestimmung meist genauer als 30 Gmm. ist und namentlich die Kohlensäurebestimmung meist genauer als 10 Gmm. Dies beweisen die Doppelversuche mit ungeglühter und geglühter Luft, die grösstentheils nur um wenige Gramm differiren, und dann auch die in den meisten Fällen sehr nahe Uebereinstimmung des aufgenommenen und des zur Verbrennung der im Körper zersetzten Stoffe nöthigen berechneten Sauerstoffs.

In unserem Beispiel berechnet sich nun die Sauerstoffmenge wie folgt:

Anfangsgewicht	33.140	Endgewicht	33.171
Fleich ein . .	1500	Harnmenge	1061
Summe	34.640	Kohlensäure	539.4
		Wasser . .	343.4
		Wasserstoff	0.67
		Grubengas .	2.66
		Summe	35118.13
			— 34640.00
			478.13 Sauerstoff.

Aus der im Harn und Koth ausgeschiedenen Stickstoffmenge berechnen wir den Umsatz des Eiweisses oder Fleisches im Körper. Ist nun im Harn und Koth und durch die Respiration mehr Kohlenstoff entfernt worden, als im zersetzten Eiweiss oder Fleisch enthalten ist, dann muss noch eine andere Substanz ausser Eiweiss zersetzt worden sein; da hier nur reines Fleisch gefüttert worden ist, so ist dieser Stoff vom Körper abgegeben worden; es geht aus unseren Versuchen hervor, dass dieser Stoff Fett ist. Wenn dagegen bei Darreichung von reinem Fleisch der Stickstoffausscheidung nach eine bestimmte Menge von Eiweiss oder Fleisch zersetzt worden ist, dagegen der Kohlenstoff derselben nicht ganz unter den Ausscheidungsprodukten erscheint, so ist ein kohlenstoffhaltiger stickstofffreier Stoff aus dem zersetzten Eiweiss im Körper zurückbehalten worden; unsere Versuche werden darthun, dass dieser Stoff Fett ist.

Man kann auch die zur Verbrennung der im Körper zersetzten Substanzen nöthige Sauerstoffmenge berechnen und diese muss dann, wenn unsere Annahmen richtig sind und der eingenommene Sauerstoff auch ganz zur Verwendung kam, also keiner im Körper zurückblieb oder keiner von früher diente, mit der wirklich aufgenommenen übereinstimmen; dies war auch in den meisten Ver-

suchen der Fall. Es ist hierbei zu bemerken, dass ein Fehler von 1 Gmm. Kohlenstoff eine Differenz von 3 Gmm. Sauerstoff, und ein Fehler von 1 Gmm. Wasserstoff eine Differenz von 8 Gmm. Sauerstoff hervorruft.

Wir gehen nun zu der näheren Auseinandersetzung der Versuche über.

Die folgende Tabelle giebt zunächst eine Uebersicht über die Hauptresultate derselben.

Nro.	Datum	Nahrung		Harn		Respiration				
		Fleisch	Wasser	Menge	Harnstoff	CO_2	HO	H	CH_2	O
1	19. Febr. 61	1800	0	1093	126.6	656.2	—	—	—	—
2	3. April 61	2500	668	2117	180.8	783.3	—	—	—	–
3	4. März 62	1500	0	960	110.8	566.9	717.8	—	—	647.7
4	21. März 62	1500	0	866	103.7	517.4	521.2	—	—	376.6
5	7. April 62	1500	0	952	104.8	449.1	244.5	—	—	307.6
6	12. April 62	1500	0	987	109.4	511.8	389.4	—	—	423.6
7	14. April 62	1500	0	1045	109.9	472.1	431.8	—	—	457.2
8	16. April 62	1500	0	992	107.5	495.7	587.5	—	—	553.2
9	3. Aug. 62	1500	0	899	104.2	635.0	606.9	16.6	7.6	619.4
10	6. Aug. 62	1500	210	1002	109.9	523.4	417.3	6.0	10.1	367.7
11	8. Aug. 62	1500	165	1054	112.2	517.6	340.8	5.3	7.3	361.2
12	16. Febr. 63	1500	0	881	85.1	595.6	621.2	0.2	2.6	514.0
13	20. Febr. 63	1500	0	1020	106.6	554.8	397.0	—	—	514.8
14	23. Febr. 63	1500	0	1099	110.6	545.5	369.5	3.4	0.8	485.2
15	27. Febr. 63	1500	0	1061	107.7	539.4	343.4	0.7	2.7	478.1
16	4. März 63	1500	0	1064	110.4	529.8	351.4	0	1.3	468.5
17	1. April 63	1500	0	1110	105.8	554.4	366.9	0	0	454.3
18	7. April 63	1500	0	1085	107.0	519.4	367.6	0	0	437.0
19	10. April 63	1500	0	1074	106.1	527.6	350.7	0	0	465.3
20	14. April 63	1000	0	847	82.8	473.1	324.1	2.3	0	394.2
21	17. April 63	1000	0	811	77.4	453.4	407.7	2.2	1.0	453.3
22	20. April 63	500	0	575	50.8	386.8	260.4	1.7	2.2	351.1
23	22. April 63	500	0	474	44.8	377.5	254.9	1.0	0.4	377.0
24	5. Mai 63	500	0	450	41.5	367.4	157.9	—	0	332.3
25	8. Mai 63	500	0	408	39.7	344.1	249.8	1.7	0	351.6
26	22. Mai 63	500	0	414	40.5	326.8	193.2	—	0	301.0
27	29. Mai 63	500	0	392	40.6	333.0	218.3	0.6	0	330.3
28	1. Juni 63	1500	0	849	88.1	422.7	252.2	0.8	0	353.7
29	8. Juni 63	1500	0	1032	108.8	494.4	382.3	0	0	454.7
30	12. Juni 63	1500	0	1050	110.2	493.3	391.9	1.2	0	476.4
31	21. Juni 63	2000	0	1370	142.5	580.5	446.3	0.3	0	508.1
32	26. Juni 63	2000	200	1398	151.9	627.7	618.7	—	—	525.8
33	3. Juli 63	1500	260	1096	111.4	546.0	618.4	2.2	0	455.6
34	6. Juli 63	1500	273	1159	118.4	586.3	743.6	3.1	0	531.9

Wir werden bei der Beschreibung der Versuche nicht eine chronologische Reihenfolge einhalten, sondern mit der Fütterungs-

reihe mit der geringsten Menge von Fleisch beginnen, da sich diese am einfachsten an die Hungerresultate anschliesst, und dann zu denen mit immer grösseren Mengen übergehen.

1. Abschnitt. 500 Fleisch.

Reihe vom 20. April bis 1. Juni 1863.

Nachdem das Thier während 13 Tagen (1.—14. April 1863) 1500 Fleisch und dann während 6 Tagen (14.—20. April 1863) 1000 Fleisch erhalten hatte, bekam es in der langen, 42tägigen Reihe (20. April bis 1. Juni 1863) täglich 500 Fleisch.

Dabei entfernte es täglich im Mittel aus je 6tägigen Abschnitten:

1)	42.9	Harnstoff	(2	Respirations-Versuche)
2)	41.3	„	0	„ „
3)	40.3	„	1	„ „
4)	38.7	„	1	„ „
5)	40.5	„	0	„ „
6)	38.5	„	1	„ „
7)	38.4	„	1	„ „
Mittel aus 42 Tagen	40.1	Harnstoff.	6	Respirations-Versuche.

Nur anfangs war nach der reichlicheren Fleischzufuhr die Harnstoffausscheidung grösser, in den 30 letzten Tagen blieb sie sich nahezu gleich.

Es wurden nun während dieser Reihe an 6 Tagen Bestimmungen der mit der Respiration ausgeschiedenen Produkte und der Sauerstoffaufnahme gemacht und zwar am 20. und 22. April. am 5., 8., 22. und 29. Mai. Die Ergebnisse der Versuche sind folgende:

Datum 1863	Körper-Gewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Respiration				
				CO_2	HO	H	CH_2	O
20. April	34.400	575	50.8	386.8	260.4	1.7	2.2	351.1
21. April	34.025							
22. April	33.810	474	44.8	377.5	254.9	1.0	0.4	377.0
23. April	33.582							
5. Mai	32.270	450	41.5	367.4	157.9	—	0	332.3
6. Mai	32.127							
8. Mai	31.790	408	39.7	344.1	249.8	1.7	0	351.6
9. Mai	31.638							
22. Mai	30.560	414	40.5	326.8	193.2	—	0	301.0
23. Mai	30.427							
29. Mai	30.030	392	40.6	333.0	218.3	0.6	0	330.3
30. Mai	29.917							
Gesammtmittel:		452	43	356	222	1.2	0.4	341
Mittel der 4 letzten Versuche:		416	41	343	205	1.1	0	329

Berechnet man die Elemente der Einnahmen und Ausgaben der einzelnen Versuchstage, so findet sich aus der Differenz das, was der Körper an Substanz gewonnen oder verloren hat, und ferner der Umsatz an Eiweiss und stickstofffreien Stoffen.

a) 20. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.7	6.5
Sauerstoff	351.1	—	—	—	—	351.1	—
	851.1	379.5 42.1 H 337.4 O	62.6	8.6 42.1 50.7	17.0	376.8 337.4 714.2	6.5
Ausgaben:							
Harn	575.0	508.7	14.3	3.7	23.7	17.0	7.6
Koth	13.2	8.0	2.2	0.3	0.3	0.7	1.5
Respiration	651.1	260.4	107.2	2.3	—	281.3	—
	1239.3	777.1 86.4 H 690.7 O	123.7	6.3 86.4 92.7	24.0	299.0 690.7 989.7	9.1
Differenz =	— 388.2	—	— 61.1	— 42.0	— 7.0	— 275.5	— 2.6

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	123.7	92.7	24.0	638.6	9.1
in 707.3 Fleisch	88.6	71.9	24.0	518.6	9.2
in 45.9 Fett	35.1	5.5	0	5.3	0
Rest Wasser	0	15.3	0	119.7	0.1
				nach H = 123.2	

Zur Verbrennung des in die Respiration übergehenden Antheiles sind 347.9 Sauerstoff nöthig, und 351.1 sind von Aussen aufgenommen worden, zum Beweise, dass wirklich nur Eiweiss und Fett wie beim Hunger zersetzt worden sind; die Differenz beträgt nicht ganz +1%.

b) 22. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.6	17.0	25.7	6.5
Sauerstoff	379.8	—	—	—	—	379.8	—
	879.8	379.5 42.2 H 337.3 O	62.6	8.6 42.2 50.8	17.0	405.5 337.3 742.8	6.5
Ausgaben:							
Harn	474.0	415.5	12.6	3.3	20.9	15.0	6.7
Koth	13.2	8.0	2.2	0.3	0.3	0.7	1.5
Respiration	633.8	254.9	103.2	1.1	—	274.6	—
	1121.0	678.4 75.4 H 603.0 O	118.0	4.7 75.4 80.1	21.2	290.3 603.0 893.3	8.2
Differenz =	— 241.2	—	— 55.4	— 29.3	— 4.2	— 150.5	— 1.7

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	118.0	80.1	21.2	513.5	8.2
in 625.0 Fleisch	78.2	63.5	21.2	453.8	8.1
in 51.8 Fett	39.8	6.2	0	6.0	0
Rest Wasser	0	10.4	0	53.7 nach H = 83.6	0.1

Sauerstoff berechnet	349.7
Sauerstoff aufgenommen	379.8
also Sauerstoff aufgespeichert	30.1 (+8%)

c) 5. Mai.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Sauerstoff	332.3	—	—	—	—	332.3	—
	832.3	379.5 42.1 H 337.4 O	62.6	8.7 42.1 50.8	17.0	358.0 337.4 695.4	6.5
Ausgaben:							
Harn	450.0	395.9	11.7	3.1	19.4	13.8	6.2
Koth	13.2	8.0	2.2	0.3	0.3	0.7	1.5
Respiration	525.3	157.9	100.2	—	—	267.2	—
	988.5	561.8 62.4 H 499.4 O	114.1	3.4 62.4 65.8	19.7	281.7 499.4 781.1	7.7
Differenz =	— 156.2	—	— 51.5	— 15.0	— 2.7	— 85.7	— 1.2

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	114.1	65.8	19 7	448.9	7.7
in 579.1 Fleisch	72.5	58.9	19.7	420.5	7.5
in 54.4 Fett	41.6	6.5	0	6.3	0
Rest Wasser	0	0.4	0	22.1	0.2
				nach H = 3.2	

Sauerstoff berechnet 350.4
Sauerstoff aufgenommen 332.3
also Sauerstoff vom Körper genommen 18.1 (—5%)

d) 8. Mai.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Sauerstoff	351.6	—	—	—	—	351.6	—
	851.6	379.5	62.6	8.7	17.0	377.3	6.5
		42.1 H		42.1		337.4	
		337.4 O		50.8		714.7	
Ausgaben:							
Harn	408.0	356.3	11.2	2.9	18.5	13.2	5.9
Koth	13.2	8.0	2.2	0.3	0.3	0.7	1.5
Respiration	595.6	249.8	93.8	1.7	—	250.3	—
	1016.8	614.1	107.2	4.9	18.8	264.2	7.4
		68.2 H		68.2		545.9	
		545.9 O		73.1		810.1	
Differenz =	— 165.2	—	— 44.6	— 22.3	— 1.8	— 95.4	— 0 9

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	107.2	73.2	18.8	458.5	7.5
in 554.1 Fleisch	69.4	56.3	18.8	402.4	7.2
in 49.4 Fett	37.8	5.9	0	5.7	0
Rest Wasser	0	11.0	0	50.4	0.3
				nach H = 88.0	

Sauerstoff berechnet 313.9
Sauerstoff aufgenommen 351.6
also Sauerstoff aufgespeichert 37.7 (+ 11%)

e) 28. Mai.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Sauerstoff	301.0	—	—	—	—	301.0	—
	801.0	379.5 42.1 H 337.4 O	62.6	8.7 42.1 50.8	17.0	326.7 337.4 664.1	6.5
Ausgaben:							
Harn	414.0	361.1	11.4	3.0	18.9	13.5	6.1
Koth	13.2	8.0	2.2	0.3	0.3	0.7	1.5
Respiration	520.0	193.2	89.1	—	—	237.7	—
	947.2	562.3 62.5 H 499.8 O	102.7	3.3 62.5 65.8	19.2	251.9 499.8 751.7	7.6
Differenz =	— 146.2	—	— 40.1	— 15.0	— 2.2	87.6	1.1

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	102.7	65.8	19.2	450.8	7.6
in 565.3 Fleisch	70.7	57.4	19.2	410.5	7.4
in 41.8 Fett	32.0	5.0	0	4.9	0
Rest Wasser	0	3.4	0	35.4 nach H = 27.2	0.2

Sauerstoff berechnet 309.3
Sauerstoff aufgenommen 301.0
also Sauerstoff vom Körper genommen 8.3 (—3%)

f) 29. Mai.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	500.0	379.5	62.6	8.7	17.0	25.7	6.5
Sauerstoff	330.3	—	—	—	—	330.3	—
	830.3	379.5 42.1 H 337.4 O	62.6	8.7 42.1 50.8	17.0	356.0 337.4 693.4	6.5
Ausgaben:							
Harn	392.0	339.0	11.4	3.0	18.9	13.5	6.1
Koth	13.2	8.0	2.2	0.3	0.3	0.7	1.5
Respiration	551.3	218.3	90.8	—	—	242.2	—
	956.5	565.3 62.8 H 502.5 O	104.4	3.3 62.8 66.1	19.2	256.4 502.5 758.9	7.6
Differenz =	— 126.2	—	— 41.8	— 15.3	— 2.2	— 65.5	— 1.1

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	104.4	66.1	19.2	428.7	7.6
in 567.1 Fleisch	71.0	57.6	19.2	411.8	7.4
in 43.7 Fett	33.4	5.2	0	5.1	0
Rest Wasser	0	3.3	0	11.8	0.2
			nach H = 26.4		

Sauerstoff berechnet	315.5
Sauerstoff aufgenommen	330.3
also Sauerstoff aufgespeichert	14.8 (+4%)

Eine Zusammenstellung der Hauptresultate obiger 6 Versuche bei Verabreichung von 500 Fleisch wird die Uebersicht erleichtern; es ergeben sich:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
a)	707	— 207	— 46	— 296	351	348
b)	625	— 125	— 52	— 189	380	350
c)	579	— 79	— 52	— 67	332	350
d)	554	— 54	— 49	— 140	352	314
e)	565	— 65	— 42	— 80	301	309
f)	567	— 67	— 44	— 81	330	315
Gesammtmittel:	599	— 99	— 47	— 142	341	332
Mittel d. 4 letzten Versuche:	566	— 66	— 47	— 92	329	322

In den zwei ersten Versuchen war die Eiweisszersetzung, der vorausgehenden reichlicheren Eiweisszufuhr halber, grösser als später, sie blieb sich vom 3. Versuche an nahezu gleich; der Fettverbrauch war nur geringen Schwankungen unterworfen. Der Körper reichte mit 500 Fleisch, auch nach 42tägiger Fütterung, nicht aus, denn er gab täglich sowohl Fleisch als Fett ab; während der 42 Tage verlor der Körper des Thieres 2541 Fleisch und 1974 Fett. Mit dem abgegebenen Fleisch und Fett war auch eine gewisse Menge Wasser verbunden, welche bei der Zerstörung jener Substanzen überflüssig wurde; sie beträgt, wenn man annimmt, dass bei 100 Fleisch 76 und bei 100 Fett 14 Wasser sich befinden, im

Mittel aus den 4 letzten Versuchstagen etwa 57 Gmm., was mit dem in der Nahrung zugeführten 379 Gmm. Wasser nicht ausreichte, die im Harn, im Koth und der Respiration entfernten 576 Gmm. Wasser zu decken, so dass also der Körper absolut und relativ ärmer an Wasser wurde. Die Sauerstoffaufnahme stimmte mit der berechneten zur Verbrennung nöthigen Menge Sauerstoff sehr gut überein; ob die Abweichungen, die im Mittel 3%, im Maximum 11% betragen, auf einer Aufspeicherung von Sauerstoff im Körper und einer Abnahme des Sauerstoffvorrathes beruhen oder auf Versuchsfehlern, wollen wir dahingestellt sein lassen. Da die Berechnung des nöthigen Sauerstoffs unter der Voraussetzung gemacht ist, dass nur Eiweiss und Fett verbrannt worden ist, so ist das Versuchsresultat auch ein Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme, welche auch bei den Hungerversuchen sich als gerechtfertigt erwiesen hat.

Vergleicht man den Verbrauch bei völliger Entziehung der Nahrung, im Mittel aus unseren früheren Versuchen vom 6. und 10. Hungertage*) mit den Resultaten bei Fütterung mit 500 Fleisch, so ergiebt sich klar, was das Fleisch für einen Erfolg hatte; wir erhalten:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
beim Hunger	165	— 165	— 95	— 392	330
bei 500 Fleisch	566	— 66	— 47	— 196	329
Differenz	+ 408	— 92	— 51	— 196	— 1

Die 500 Fleisch haben also bewirkt, dass vom Körper 92 Fleisch und 51 Fett weniger abgegeben wurden als beim Hunger; ebenso ist der Wasserverlust ein geringerer. Die Sauerstoffaufnahme ist die gleiche, da beim Hunger mehr Fett, das zum Uebergang in Kohlensäure und Wasser viel Sauerstoff nöthig hat, verbrennt. Bei Mehrzersetzung von 408 frischem oder 98 trocknem Fleisch sind 51 Fett, d. i. 52% vom Gewichte des Fleisches erspart worden.

*) Diese Zeitschrift. 1869. Bd. 5. S. 369.

100 trocknes Fleisch brauchen nach Abzug der Elemente des Harnstoffs 150 Sauerstoff zur Ueberführung des Restes in Kohlensäure und Wasser, 52 Fett ebenfalls 150 Gmm. Sauerstoff; man sollte darnach meinen, es werde ins Blut eine gewisse Quantität von Sauerstoff aufgenommen, der nun die Stoffe im Körper angreift bis er völlig aufgebraucht ist und dann, wenn nicht genügend Eiweiss vorhanden ist, eben Fett zerstört.

Dass aber nicht immer dem Sauerstoffbedürfnisse nach äquivalente Mengen von Fleisch und Fett sich ersetzen, sondern obige Uebereinstimmung nur eine zufällige ist, werden die folgenden Zahlen überzeugend lehren. Es zeigt sich dies aber schon an den ersten Versuchstagen dieses Abschnittes, wo trotz des grösseren Eiweisszerfalles nicht weniger Fett zerstört worden ist; dem Sauerstoffbedürfnisse nach hätten bei einer Mehrzersetzung von 141 Fleisch am ersten Tage nur 17 Fett angegriffen werden sollen.

2. Abschnitt. 1000 Fleisch.

Reihe vom 14. bis 20. April 1863.

Nachdem der Hund während 13 Tagen (1.—14. April 1863) 1500 Fleisch erhalten hatte, bekam er während 6 Tagen (14.—20. April 1863) 1000 Fleisch.

Am ersten Tage betrug die Harnstoffmenge 82.8 Gmm., an den übrigen Tagen wurden mit geringen Schwankungen im Mittel 76.5 Gmm. entfernt. Die Respirationsversuche fielen auf den ersten und vierten Tag der Fütterung mit 1000 Fleisch. Wir erhielten dabei:

Datum 1863	Körper-Gewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Respiration				
				CO_2	HO	H	CH_2	O
14. April	35.210 34.960	847	82.8	473.1	324.1	2.3	—	394.2
17. April	34.810 34.588	811	77.4	453.4	407.7	2.2	1.0	453.3
Mittel:	—	829	80.1	463.2	365.9	—	—	423.7

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben ergiebt folgendes:

a) 14. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1000.0	759.0	125.2	17.3	34.0	51.5	13.0
Sauerstoff	394.2	—	—	—	—	394.2	—
	1394.2	759.0	125.2	17.3	34.0	445.7	13.0
		84.3 H		84.3		674.7	
		674.7 O		101.6		1120.4	
Ausgaben:							
Harn	847.0	739.0	23.3	6.1	38.6	27.6	12.4
Koth	26.6	18.0	3.7	0.5	0.6	1.2	2.6
Respiration	799.5	324.1	129.0	2.3	—	344.1	—
	1673.1	1081.1	160.0	8.9	39.2	372.9	15.0
		120.1 H		120.1		961.0	
		961.0 O		129.0		1333.9	
Differenz	= — 278.9	—	— 30.8	— 27.4	— 5.2	— 213.5	— 2.0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	156.0	129.1	39.2	939.7	14.9
in 1153.2 Fleisch	144.4	117.2	39.2	837.4	15.0
in 15.2 Fett	11.6	1.8	0	1.8	0
Rest Wasser	0	10.1	0	100.5	0.1
				nach H = 80.6	

Sauerstoff berechnet 414.0

Sauerstoff aufgenommen 394.2

also Sauerstoff vom Körper genommen 19.8 (— 5%)

b) 17. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1000.0	759.0	125.2	17.3	34.0	51.5	13.0
Sauerstoff	453.3	—	—	—	—	453.3	—
	1453.3	759.0	125.2	17.3	34.0	504.8	13.0
		84.3 H		84.3		674.7	
		674.7 O		101.6		1179.5	
Ausgaben:							
Harn	811.0	710.1	21.7	5.7	36.1	25.8	11.5
Koth	26.6	18.0	3.7	0.6	0.6	1.2	2.6
Respiration	864.3	407.7	124.4	2.4	—	329.8	—
	1701.9	1135.8	149.8	8.7	36.7	356.8	14.1
		126.2 H		126.2		1009.6	
		1009.6 O		134.9		1366.4	
Differenz	= — 248.6	--	— 24.6	— 33.3	— 2.7	— 186.9	— 1.1

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	149.8	134.9	36.7	913.0	14.1
in 1078.8 Fleisch	135.1	109.7	36.7	783.4	14.0
in 19.3 Fett	14.7	2.3	0	2.2	0
Rest Wasser	0	22.9	0	127.4	0.1
				nach H = 182.9	

Sauerstoff berechnet 397.7
Sauerstoff aufgenommen 453.3
also Sauerstoff aufgespeichert 55.6 (+ 12%)

Wir erhielten also bei Fütterung mit 1000 Fleisch:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
a)	1153	— 153	— 15	— 208	394	414
b)	1079	— 79	— 19	— 266	453	398
Mittel:	1116	— 116	— 17	— 237	423	406

Am ersten Tage der Fütterung mit 1000 Fleisch war die Eiweisszersetzung grösser als am 4. Tage im Versuche b, da vorher dem Thiere 1500 Fleisch gegeben worden waren. Es reichten die 1000 Fleisch zur Ernährung noch nicht aus, denn es wurde immer noch sowohl Fleisch als auch Fett vom Körper abgegeben und zwar von letzterem beim Versuche b mehr als beim Versuche a, wegen des geringeren Fleischverbrauchs. Ebenso verlor der Körper noch Wasser.

Vergleichen wir die Zersetzungen bei 500 Fleisch am ersten Versuchstage mit denen bei 1000 Fleisch im Versuche b.

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
bei 500 Fleisch	707	— 207	— 46	— 296	351
bei 1000 Fleisch	1079	— 79	— 19	— 266	453
Differenz	+ 372	— 128	— 27	— 30	+ 102

Bei 1000 Fleisch gab der Körper weniger Fleisch ab als bei Fütterung mit 500 Fleisch am ersten Tage; der Fettverlust war

ebenfalls ein geringerer. Die Mehrzersetzung von 372 frischem oder 90 trockenem Fleisch ersparte 27 Fett; 90 trockenes Fleisch nehmen 135 Sauerstoff in Anspruch, 27 Fett nur 78 Gmm.; dem Sauerstoffbedürfnisse nach hätten bei einer Mehrzersetzung von 372 Fleisch 47 Fett erspart werden müssen, was aber nicht der Fall war; die Zersetzungen im Körper erfolgen also nicht der Art, dass eine gewisse Menge zersetztes Eiweiss immer eine bestimmte Menge Fett etc. vor dem Zerfall schützt. Die Sauerstoffaufnahme ist hier der grösseren Zufuhr und Zersetzung von Fleisch halber, entschieden grösser als bei Darreichung von 500 Fleisch.

3. Abschnitt. 1500 Fleisch.

1. Reihe vom 16. Febr. bis 9. März 1863.

Es ist dies die Reihe, welche bereits als Bilanzversuch an den oben angegebenen Orten veröffentlicht worden ist.

Seit mehr als drei Monaten hatte sich das Thier an der Kette im Freien aufgehalten und war mit gewöhnlichem Hundefressen aus allerlei Küchenabfällen bestehend, sehr reichlich ernährt worden. Es schied bei der gemischten Nahrung im Mittel aus fünf Beobachtungstagen 43.0 Harnstoff aus und lieferte (am 11. Februar) 554.4 Kohlensäure, 2.1 Grubengas und 558.9 Wasser in der Respiration, 427.2 Sauerstoff dafür einnehmend. Der Stickstoff des Harns entsprang dabei nicht nur aus eiweissartiger Substanz oder Fleisch, sondern zum guten Theil aus leimgebendem Gewebe, das in grosser Menge in dem Futter enthalten war.

Darauf wurde der Hund 21 Tage lang täglich mit 1500 Fleisch gefüttert; von den 21 Tagen brachte er 5 Tage im Respirationsapparate zu und zwar den 1., 5., 9., 13. und 18. Tag der Fütterung.

Die Menge des Harnstoffes im Harn betrug:

Datum	Harnstoff	Datum	Harnstoff
16. Febr.	85.1	2. März	108.5
17. „	101.3	3. „	106.3
18. „	104.1	4. „	110.4
19. „	105.4	5. „	108.1
20. „	106.6	6. „	105.1
21. „	107.2	7. „	100.4
22. „	107.6	8. „	115.0
23. „	110.6	Mittel	107.7 Harnstoff = 50.3 Stickstoff.
24. „	106.8		

Da in 1500 Fleisch sich 51.0 Stickstoff befinden und im Harnstoff im Mittel aus den letzten 12 Tagen 50.3, im Koth 0.7 Stickstoff, im Ganzen 51.0 entleert wurden, so befand sich das Thier vom 5. Tage der Fütterung an im Stickstoffgleichgewichte.

Die Resultate der 5 Respirationsversuche waren folgende:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Respiration CO_2	HO	H	CH_2	O
16. Febr. 17. Febr.	33.890 33.713	881	85.1	595.6	621.2	0.2	2.6	514.0
20. Febr. 21. Febr.	33.370 33.413	1020	106.6	554.8	397.0	—	—	514.8
23. Febr. 24. Febr.	33.590 33.557	1099	110.6	545.5	369.5	3.4	0.8	485.2
27. Febr. 28. Febr.	33.140 33.171	1061	107.7	539.4	343.4	0.7	2.7	478.1
4. März. 5. März.	33.250 33.272	1064	110.4	529.8	351.4	0	1.3	468.5
Gesammtmittel:		1025	104.1	553.0	416.5	1.1	1.8	492.1
Mittel d. 4 letzten Versuche:		1061	108.8	542.4	365.3	1.4	1.6	486.6

Die Berechnung der Elemente der Einnahmen und Ausgaben der 5 Versuche ergiebt:

a) 16. Februar.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	514.0	—	—	—	—	514.0	—
	2014.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	591.2	19.5
		126.5 H		126.5		1012.0	
		1012.0 O		152.4		1603.2	
Ausgaben:							
Harn	881.0	769.0	24.3	6.4	39.8	28.9	12.7
Koth	40.1	28.8	4.9	0.7	0.7	1.5	3.4
Respiration	1219.6	621.2	164.4	0.8	—	433.2	—
	2140.7	1419.0	193.6	7.9	40.5	463.6	16.1
		157.7 H		157.7		1261.3	
		1261.3 O		165.6		1724.9	
Differenz =	— 126.7	—	— 5.8	— 13.2	+ 10.5	— 121.7	+ 3.4

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	193.6	165.6	40.5	1210.9	16.1
in 1190.0 Fleisch	149.0	147.1	40.5	1073.5	15.5
in 58.3 Fett	44.6	6.9	0	6.8	0
Rest Wasser	0	11.6	0	130.6 nach H = 92.8	0.6

Sauerstoff berechnet 552.0
Sauerstoff aufgenommen 514.0
also Sauerstoff vom Körper genommen 38.0 (— 7%)

b) 20. Februar.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	514.8	—	—	—	—	514.8	—
	2014.8	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	592.0 1012.0 1604.0	19.5
Ausgaben:							
Harn	1020.0	880.9	30.0	7.9	49.8	35.6	15.9
Koth	40.1	28.8	4.9	0.7	0.7	1.5	3.4
Respiration	951.8	397.0	151.3	—	—	403.5	—
	2011.9	1306.7 145.2 H 1161.5 O	186.2	8.6 145.2 153.8	50.5	440.6 1161.5 1602.1	19.3
Differenz	= + 2.9	—	+ 1.6	— 1.4	+ 0.5	+ 1.9	+ 0.2

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	186.2	153.8	50.5	1087.3	19.3
in 1485.3 Fleisch	186.0	173.3	50.5	1256.3	19.3
in 0.3 Fett	0.2	0	0	0	0
Rest Wasser	0	19.5	0	169.0 nach H = 156.0	0

Sauerstoff berechnet 501.7
Sauerstoff aufgenommen 514.8
also Sauerstoff aufgespeichert 13.1 (+ 2%)

c) 23. Februar.

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff 485.2	—	—	—	—	485.2	—
1985.2	1138.5	187.8	25.9	51.0	562.4	19.5
	126.5 H		126.5		1012.0	
	1012.0 O		152.4		1574.4	
Ausgaben:						
Harn 1099.0	954.7	31.1	8.2	51.6	36.9	16.5
Koth 40.1	28.8	4.9	0.7	0.7	1.5	3.4
Respiration 919.2	369.5	149.3	3.6	—	396.8	—
2058.3	1353.0	185.3	12.5	52.4	435.2	19.9
	150.3 H		150.3		1202.7	
	1202.7 O		162.8		1637.9	
Differenz = — 73.1	—	+ 2.5	— 10.4	— 1.4	— 63.5	— 0.4

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	185.3	162.8	52.4	1152.8	19.9
in 1540.3 Fleisch	192.8	156.5	52.4	1118.5	20.0
in 9.9 Fett aus Fleisch angesetzt	7.5	1.2	0	1.1	0
Rest Wasser	0	7.4	0	35.4	0.1
				nach H = 59.5	

Sauerstoff berechnet	460.5
Sauerstoff aufgenommen	485.2
also Sauerstoff aufgespeichert	24.7 (+ 5%)

d) 27. Februar.

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff 478.1	—	—	—	—	478.1	—
1978.1	1138.5	187.8	25.9	51.0	555.3	19.5
	126.5 H		126.5		1012.0	
	1012.0 O		152.4		1567.3	
Ausgaben:						
Harn 1061.0	911.6	32.2	8.5	50.3	38.3	16.1
Koth 40.1	28.8	4.9	0.7	0.7	1.5	3.4
Respiration 886.1	343.4	149.1	1.3	—	392.3	—
1987.2	1283.8	186.2	10.5	51.0	432.1	19.5
	142.6 H		142.6		1141.2	
	1141.2 O		153.1		1573.3	
Differenz = — 9.1	—	+ 1.6	— 0.7	0	— 6.0	0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	186.2	153.1	51.0	1095.2	19.5
in 1500.0 Fleisch	187.8	152.4	51.0	1089.2	19.5
in 2.1 Fett aus Fleisch angesetzt	1.6	0.2	0	0.2	0
Rest Wasser	0	0.9	0	6.2 nach H = 7.2	0

Sauerstoff berechnet 476.5
Sauerstoff aufgenommen 478.1
also Sauerstoff aufgespeichert 1.6 (+ 0.3%)

e) 4. März.

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff 468.5	—	—	—	—	468.5	—
1968.5	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	545.7 1012.0 1557.7	19.5
Ausgaben:						
Harn 1064.0	920.0	31.0	8.2	51.5	36.8	16.5
Koth 40.1	28.8	4.9	0.7	0.7	1.5	3.4
Respiration 882.5	351.4	145.5	0.3	—	385.3	—
1986.6	1300.2 144.5 H 1155.7 O	181.4	9.2 144.5 153.7	52.2	423.6 1155.7 1579.3	19.9
Differenz = — 18.1	—	+ 6.4	— 1.3	— 1.2	— 21.6	— 0.4

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	181.4	153.7	52.2	1110.9	19.9
in 1536.5 Fleisch	192.4	156.2	52.2	1115.7	20.0
in 14.3 Fett aus Fleisch angesetzt	11.0	1.7	0	1.7	0
Rest Wasser	0	0.7	0	3.2 nach H = 5.6	0.1

Sauerstoff berechnet 471.6
Sauerstoff aufgenommen 468.5
also Sauerstoff vom Körper genommen 3.1 (— 0.7%)

Der Verbrauch an obigen 5 Versuchstagen bei Fütterung mit 1500 Fleisch stellt sich demnach wie folgt:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
a)	1190.0	+ 310.0	— 58.3	—105.1	514.0	552.0
b)	1485.3	+ 14.7	— 0.3	— 13.5	514.8	501.7
c)	1540.3	— 40.3	+ 9.9	— 98.0	485.2	460.5
d)	1500.0	0	+ 2.1	— 12.8	478.1	476.5
e)	1536.5	— 36.5	+ 14.3	— 20.5	468.5	471.5
Gesammtmittel:	1450.4	+ 49.6	— 6.5	— 50.0	492.1	492.4
Mittel der 4 letzten Versuche:	1515.5	— 15.5	+ 6.5	— 36.2	486.6	477.5

Diese Reihe ist von sehr grossem Interesse. Im Anfange nach dem gemischten Fressen wird viel Fleisch angesetzt, dann tritt Stickstoffgleichgewicht ein. Bei der geringeren Fleischzersetzung an den ersten Tagen verliert der Körper, wie bei der Darreichung von 1000 Fleisch in der vorher betrachteten Reihe, noch Fett, später jedoch bei dem grösseren Fleischzerfall wird weniger Kohlenstoff ausgeschieden, als in dem zerstörten Fleisch enthalten ist, der nur in der Form von Fett zurückbehalten worden sein kann. Es sind hier offenbar wegen des geringen Fleischzerfalles an den ersten Tagen die Bedingungen für einen grösseren Fettzerfall gegeben; es wäre aber auch möglich, dass noch ein anderes Moment mit dabei betheiligt ist, dass nämlich bei einem an Fett reichen Körper nach der langen Fütterung mit gemischtem Fressen bei der darauf folgenden reichlichen Eiweisszersetzung anfangs das überschüssige Fett nicht mehr abgelagert bleiben kann. Dem Sauerstoffbedürfnisse nach sollten bei der um 295 Grmm. grösseren Fleischzersetzung im Versuche b. gegenüber der im Versuche a. 34 Fett erspart worden sein, während 58 Grmm. erspart wurden. Aus der Fleisch- und Fettzersetzung werden nun die sonst unbegreiflich scheinenden Verhältnisse der Sauerstoffaufnahme und der Kohlensäureausscheidung leicht erklärlich; die beiden nehmen nämlich, obwohl die Fleischzersetzung

zunimmt, stetig ab. Da jedoch anfangs bei geringerer Eiweisszersetzung noch Fett vom Körper hergegeben, später aber bei grösserer abgelagert wird, so muss die Kohlensäureausscheidung und die Sauerstoffaufnahme abnehmen, denn 100 trocknes Fleisch brauchen, nach Abzug der Elemente des Harnstoffs zur Ueberführung des Restes in Kohlensäure und Wasser, 150 Sauerstoff und liefern 210 Kohlensäure, 100 Fett dagegen haben die viel grössere Menge von 288 Sauerstoff nöthig und produciren 280 Kohlensäure.

Da am ersten Tage wegen der grösseren Fettzerstörung so viel Sauerstoff nöthig ist, so wird, wenn man die Differenz von 7% zwischen aufgenommenem und verbrauchtem Sauerstoff nicht als in den Versuchsfehlern liegend betrachten will, Sauerstoff von dem im Körper vorhandenen Sauerstoffvorrathe weggenommen, während später nur ein unbeträchtlicher Unterschied im aufgenommenen und berechneten Sauerstoff vorhanden ist.

Die hier beobachtete Abnahme in der Sauerstoffaufnahme zeigt aufs deutlichste an, dass die letztere nicht das primäre ist, d. h. dass der Sauerstoff nicht je nach dem Athemmechanismus ins Blut eintritt und dann seine verheerenden Wirkungen beginnt und so lange zerstört, bis er verbraucht ist, sondern dass vielmehr im Thierkörper die Stoffe, z. B. Eiweiss oder Fett, je nach den Bedingungen in den Organen zerfallen und erst bei dem fortschreitenden Zerfall so viel Sauerstoff aus dem Blute aufnehmen als sie nöthig haben, um sich in Kohlensäure und Wasser etc. zu verwandeln; in Folge dieser Wegnahme von Sauerstoff aus dem Blute kann dann neuer von Aussen ins Blut wieder eintreten.

Sehr auffallend ist die enorme Wasserausscheidung durch Haut und Lunge am ersten Tage der Fütterung mit 1500 Fleisch nach dem gemischten Fressen.

Nimmt man die Mittelzahlen der 4 letzten Versuche mit Zugrundlegung der mittleren Harnstoffzahl 107.7 Gmm., wie sie sich aus den oben angegebenen 12 Beobachtungstagen ergiebt, so erhält man:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	486.6	—	—	—	—	486.6	—
	1986.6	1138.5	187.8	25.9	51.0	563.8	19.5
		126.5 H		126.5		1012.0	
		1012.0 O		152.4		1575.8	
Ausgaben:							
Harn	1061.0	920.5	30.3	7.9	50.3	35.9	16.1
Koth	40.1	28.8	4.9	0.7	0.7	1.5	3.4
Respiration	910.6	365.3	149.3	1.5	—	394.5	—
	2011.7	1314.6	184.5	10.1	51.0	431.9	19.5
		146.1 H		146.1		1168.5	
		1168.5 O		156.2		1600.4	
Differenz =	— 25.1	—	+ 3.3	— 3.8	0	— 24.6	0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	184.5	156.3	51.0	1113.9	19.5
in 1500.0 Fleisch	187.8	152.4	51.0	1089.2	19.5
in 4.3 Fett aus Fleisch angesetzt	3.3	0.5	0	0.5	0
Rest Wasser	0	4.3	0	25.1	0
				nach H = 34.4	

Sauerstoff berechnet	477.1
Sauerstoff aufgenommen	486.6
also Sauerstoff aufgespeichert	9.5 (+ 2%)

Die Differenz der Einnahmen und Ausgaben beträgt nur 25.1 Gmm. = 1% des Gewichtes der Einnahmen.

In den Ausgabeposten befinden sich 3.3 Kohlenstoff weniger als in denen der Einnahmen. Es könnte dieser Kohlenstoff in der Form von Fleisch im Thierkörper zurückbehalten worden sein; da aber der Stickstoffausscheidung nach kein Stickstoff als Fleisch angesetzt worden ist, so kann nur ein stickstofffreies Zersetzungsprodukt des Fleisches zurückbehalten worden sein. Bei der Gleichheit der Grösse, um die es sich hier handelt, ist wohl nicht zu entscheiden, welche Zusammensetzung dieses Produkt hat; aus unseren

späteren Versuchen wird aber hervorgehen, dass Fett aus Fleisch abgespalten und angesetzt wird; daher ein solcher Vorgang auch hier in hohem Grade wahrscheinlich ist, wenn man nicht die geringe Differenz als in den unvermeidlichen Versuchsfehlern liegend auffassen will.

Sind unsere Betrachtungen richtig, so muss der nach Abzug des zersetzten Fleischs und Fettes von dem Gesammtverbrauche bleibende Rest von Wasserstoff und Sauerstoff sich zu Wasser ergänzen. In der That brauchen die übrigbleibenden 4.3 Wasserstoff zur Bildung von Wasser 34.4 Sauerstoff, während ein Rest von 25.1 Sauerstoff zur Verfügung steht. Der Körper des Thieres hat demnach im Mittel etwas Wasser (38.7 Gmm.) verloren.

Endlich muss bei der Richtigkeit unserer Voraussetzungen die Menge des wirklich aufgenommenen Sauerstoffs mit derjenigen übereinstimmen, welche nöthig ist, um die zersetzten Bestandtheile in die letzten Ausscheidungsprodukte überzuführen. Wir haben nun 477.1 Gmm. Sauerstoff als nöthig berechnet und 486.6 Gmm. wurden vom Thier wirklich aufgenommen. Dies ist ein Beweis dafür, dass unsere Methoden nur geringe Fehler einschliessen, namentlich dass aus dem Stickstoffgehalte von Harn und Koth der Eiweissumsatz bestimmt werden kann, dass die Nahrung die angenommene Zusammensetzung hat und das Thier nur auf Kosten von eiweissartiger Substanz, d. i. dem verzehrten Fleisch gelebt hat; dem Fleischfresser kann reines Fleisch als ausschliessliche Nahrung dienen.

Vergleichen wir noch die Zersetzungen bei 1500 Fleisch mit denen bei 1000 Fleisch (am ersten Tage nach 1500 Fleisch), so erhalten wir:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf
bei 1000 Fleisch	1153	— 153	— 15	— 208	394
bei 1500 Fleisch	1500	—	+ 4	— 39	487
Differenz	+ 347	— 153	— 19	— 169	+ 93

Während also bei 1000 Fleisch der Körper noch eine ansehnliche Menge Fleisch und auch Fett zuschoss, war er bei 1500 Fleisch ins Stickstoffgleichgewicht gelangt und speichert etwas Fett aus dem zersetzten Fleisch auf. In der letzteren Reihe wird auch mehr Sauerstoff aufgenommen, da zum völligen Zerfall von 1500 Fleisch (— 4.3 Fett) mehr Sauerstoff nöthig ist als zum Zerfall von 1153 Fleisch und 15.0 Fett. Die Mehrzersetzung von 347 frischem oder 84 trocknem Fleisch ersparte 19 Fett; erstere hätten 126 Sauerstoff nöthig, letztere nur 55; es ist also auch hier nicht nach dem Sauerstoffbedürfniss für das mehr zersetzte Fleisch Fett erspart worden, da darnach 44 Fett hätten geschützt werden sollen.

2. Reihe vom 1. — 14. April 1863.

Der Hund hatte vorher lange Zeit (9. März bis 1. April) 1500 Fleisch mit steigenden Mengen von Fett (zuletzt 150 Gmm.) erhalten und dabei Fleisch und auch Fett angesetzt.

Darauf erhielt er 13 Tage lang 1500 Fleisch, wobei er folgende Mengen von Harnstoff entleerte:

1. April	105.8
2. „	103.1
3. „	109.0
4. „	106.5
5. „	107.6
6. „	105.3
7. „	107.0
8. „	107.1
9. „	105.6
10. „	106.1
11. „	103.7
12. „	109.1
13. „	113.1
Mittel	106.8 Harnstoff = 49.9 Stickstoff.

Während der 13 Tage wurden an 3 Tagen (den 1., 7. und 10. April, am ersten, siebenten und zehnten Tage der Fütterung) Bestimmungen der gasförmigen Produkte mittelst des Respirationsapparates mit folgenden Resultaten ausgeführt.

Datum 1863	Körper-Gewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Respiration CO_2	HO	H	CH_2	O
1. April	35.260	1110	105.8	554.4	366.9	0	0	454.3
2. April	35.183							
7. April	35.130	1085	107.0	519.4	367.6	0	0	437.0
8. April	35.095							
10. April	35.280	1074	106.1	527.6	350.7	0	0	465.3
11. April	35.293							
Gesammtmittel:		1090	106.3	533.8	361.7	0	0	452.2

Wir legen zuerst die Elemente der Einnahmen und Ausgaben dar.

a) 1. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	454.3	—	—	—	—	454.3	—
	1954.3	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	581.5 1012.0 1543.5	19.5
Ausgaben:							
Harn	1110.0	972.0	29.7	7.8	49.4	35.3	15.8
Koth	31.8	23.0	3.8	0.6	0.6	1.2	2.6
Respiration	921.3	366.9	151.2	—	—	403.1	—
	2063.1	1361.9 151.3 H 1210.6 O	84.7	8.4 151.3 159.7	50.0	439.6 1210.6 1650.2	18.4
Differenz = — 100.8		—	+ 3.1	— 7.3	+ 1.0	— 106.7	+ 1.1

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	184.7	159.6	50.0	1195.9	18.4
in 1468.5 Fleisch	183.9	149.2	50.0	1066.4	19.1
in 1.1 Fett vom Körper ab	0.9	0.1	0	0.1	0
Rest Wasser	0	10.3	0	129.4 nach H = 82.4	0.7

Sauerstoff berechnet 501.2
Sauerstoff aufgenommen 454.3
also Sauerstoff vom Körper genommen 46.9 (— 10%)

b) 7. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	437.0	—	—	—	—	437.0	—
	1937.0	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	514.2 1012.0 1526.2	19.5
Ausgaben:							
Harn	1085.0	945.4	30.1	7.9	49.9	35.7	16.0
Koth	31.8	23.0	3.8	0.6	0.6	1.2	2.6
Respiration	887.0	367.6	141.6	—	—	377.8	—
	2003.8	1336.0 148.4 H 1187.6 O	175.5	8.5 148.4 156.9	50.5	414.7 1187.6 1602.3	18.6
Differenz =	— 66.8	—	+ 12.3	— 4.5	+ 0.5	— 76.1	+ 0.9

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	175.5	156.9	50.5	1165.3	18.6
in 1485.9 Fleisch	186.0	151.0	50.5	1079.0	19.3
in 13.8 Fett aus Fleisch angesetzt	10.5	1.6	0	1.6	0
Rest Wasser	0	7.5	0	87.9 nach H = 60.0	0.7

Sauerstoff berechnet	464.4
Sauerstoff aufgenommen	437.0
also Sauerstoff vom Körper genommen	27.4 (— 6%)

c) 10. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	465.3	—	—	—	—	465.3	—
	1965.3	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	542.5 1012.0 1554.5	19.5
Ausgaben:							
Harn	1074.0	935.6	29.8	7.8	49.5	35.4	15.8
Koth	31.8	23.0	3.8	0.6	0.6	1.2	2.7
Respiration	878.3	350.7	143.9	—	—	383.7	—
	1984.1	1309.3 145.5 H 1163.8 O	177.5	8.4 145.5 153.9	50.1	420.3 1163.8 1584.1	18.5
Differenz =	— 18.8	—	+ 10.3	— 1.5	+ 0.9	— 29.6	+ 1.0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	177.5	153.9	50.1	1118.8	18.5
in 1473.2 Fleisch	184.4	149.7	50.1	1069.9	19.2
in 9.0 Fett aus Fleisch angesetzt	6.9	1.1	0	1.0	0
Rest Wasser	0	5.3	0	49.9	0.7
				nach H = 42.4	

Sauerstoff berechnet 473.7
Sauerstoff aufgenommen 465.3
also Sauerstoff vom Körper genommen 8.4 (— 2%)

Die Resultate dieser 3 Versuche mit 1500 Fleisch sind also folgende:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
a)	1468.5	+ 31.5	— 1.1	— 68.3	454.3	501.2
b)	1485.9	+ 14.1	+ 13.8	— 56.1	437.0	464.4
c)	1473.2	+ 26.8	+ 9.0	— 25.9	465.3	473.7
Mittel:	1475.7	+ 24.1	+ 7.2	— 50.1	452.2	479.7

Das ist im Ganzen das nämliche Ergebniss wie in der vorigen Versuchsreihe mit 1500 Fleisch, es besteht auch hier nahezu Gleichgewicht in der Menge der Einnahmen und Ausgaben; denn wir erhalten im Mittel:

	Elemente der Einnahmen	Elemente der Ausgaben	Differenz
Kohlenstoff	187.8	179.3	+ 8.5
Wasserstoff	152.5	156.8	— 4.4
Stickstoff	51.0	50.2	+ 0.8
Sauerstoff	1541.4	1612.5	— 71.0
Asche	19.5	18.5	+ 1.0
	1952.2	2017.3	— 65.1

Die Differenz entspricht einem Ansatz von 5.8 trocknem Fleisch und von 7.2 Fett, und einer Abgabe von 50.1 Wasser und 27.0 Sauerstoff vom Körper; die Gesammtdifferenz beträgt nur 3% der Einnahmen.

Wegen der vorausgehenden Fütterung mit 1500 Fleisch und Fett wird hier täglich etwas Fleisch angesetzt und wegen des geringeren Eiweisszerfalles auch etwas weniger Sauerstoff aufgenommen. Wie

in der vorigen Reihe, vor welcher ebenfalls reichlich stickstofffreie Substanzen gefüttert worden waren, findet auch hier anfangs eine Abgabe und später eine Ablagerung von Fett statt; man ist aber nicht im Stande, aus einem geringeren Fleischumsatz die Fettabgabe am ersten Tage zu erklären, da einige Tage darauf bei einem ähnlichen Fleischansatz Fett zurückgehalten worden ist, es handelt sich wohl um eine grössere Fettzersetzung, wenn bei fettem Körper viel Eiweiss aufgenommen wird. Durchgängig wird endlich, wie im Versuch a der vorigen Reihe, etwas weniger Sauerstoff aufgenommen als zur Verbrennung der zersetzten Stoffe nöthig ist, und es nimmt die Differenz stetig ab, denn sie beträgt im ersten Versuche 10%, im zweiten 6% und im dritten 2%; es würde hier also von einem Sauerstoffvorrathe im Körper genommen worden sein, wenn man die Differenzen nicht in die Versuchsfehler fallend zählen will.

3) Reihe vom 1.—21. Juni 1863.

Vor dieser 20tägigen Versuchsreihe mit 1500 Fleisch hatte der Hund vom 20. April bis 1. Juni täglich nur 500 Fleisch erhalten und dabei beständig Fleisch und Fett von seinem Körper verloren, im Ganzen 2541 Fleisch und 1974 Fett. Als nun darauf 1500 Fleisch gefüttert wurden, wurde anfangs Fleisch angesetzt, d. h. es erschien in den ersten Tagen weniger Harnstoff, als dem Stickstoffgehalte des Fleisches entspricht. Der Hund entleerte folgende Mengen von Harnstoff:

1.	Juni	88.1
2.	„	94.6
3.	„	100.4
4.	„	102.8
5.	„	104.1
6.	„	104.7
7.	„	108.5
8.	„	108.8
9.	„	108.8
10.	„	104.5
11.	„	108.4
12.	„	110.2
13.	„	109.6
14.	„	108.9
15.	„	107.8
16.	„	109.3
17.	„	105.7
19.	„	113.9
20.	„	114.4

106.0 Harnstoff = 49.5 Stickstoff.

Während der 20 Tage wurden 3 Versuche mit dem Respirationsapparate gemacht und zwar am 1., 8. und 12. Juni mit folgenden Ergebnissen:

Datum 1863	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Respiration				
				CO_2	HO	H	CH_4	O
1. Juni	29.790	849	88.1	122.7	252.2	0.8	0	358.7
2. "	30.119							
8. "	31.230	1032	108.8	194.4	382.3	0	0	454.7
9. "	31.276							
12. "	31.160	1050	110.2	193.3	391.9	1.2	0	476.4
13. "	31.200							
Mittel:	—	977	102.4	470.1	342.1	0.7	0	428.3

Setzt man die Elemente der Einnahmen und Ausgaben auseinander, so erhält man:

a) 1. Juni.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	353.7	—	—	—	—	353.7	—
	1853.7	1138.5	187.8	25.9	51.0	430.9	19.5
		126.5 H		126.5		1012.0	
		1012.0 O		152.4		1442.9	
Ausgaben:							
Harn	849.0	734.1	24.7	6.5	41.1	29.4	13.2
Koth	17.4	9.6	3.4	0.5	0.5	1.1	2.3
Respiration	675.7	252.2	115.3	0.8	—	307.4	—
	1542.1	995.9	143.4	7.8	41.6	837.9	15.5
		110.7 H		110.7		885.2	
		885.2 O		118.5		1223.1	
Differenz = + 311.6		—	+ 44.4	+ 33.9	+ 9.4	+ 219.8	+ 4.0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	143.4	118.5	41.6	869.4	15.5
in 1223.8 Fleisch	153.1	124.4	41.6	888.7	15.9
in 12.7 Fett aus Fleisch angesetzt	9.7	1.5	0	1.5	0
Rest Wasser	0	4.4	0	17.8	0.4
				nach H = 35.2	

Sauerstoff berechnet 370.9
Sauerstoff aufgenommen 353.7
also Sauerstoff vom Körper genommen 17.2 (— 5%)

b) 8. Juni.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	454.7	—	—	—	—	454.7	—
	1954.7	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	531.9 1012.0 1543.9	19.5
Ausgaben:							
Harn	1032.0	890.1	30.6	8.0	50.8	36.3	16.3
Koth	17.4	9.6	3.4	0.5	0.5	1.1	2.3
Respiration	876.7	382.3	134.8	—	—	359.6	—
	1926.1	1282.0 142.5 H 1139.5 O	168.8	8.5 142.5 151.0	51.3	397.0 1139.5 1536.5	18.6
Differenz =	+ 28.6	—	+ 19.0	+ 1.4	— 0.3	+ 7.5	+ 0.9

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	168.8	151.0	51.3	1081.8	18.6
in 1508.8 Fleisch in 26.3 Fett	188.9	153.3	51.3	1095.6	19.6
aus Fleisch angesetzt	20.1	3.1	0	3.1	0
Rest Wasser	0	0.8	0	10.8 nach H = 6.4	1.0

Sauerstoff berechnet 437.7
Sauerstoff aufgenommen 454.7
also Sauerstoff aufgespeichert 17.0 (+ 4%)

c) 12. Juni.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	476.4	—	—	—	—	476.4	—
	1976.4	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	553.6 1012.0 1565.6	19.5
Ausgaben:							
Harn	1050.0	906.8	30.9	8.1	51.4	36.8	16.5
Koth	17.4	9.6	3.4	0.5	0.5	1.0	2.3
Respiration	886.4	391.9	134.5	1.2	—	358.8	—
	1953.8	1307.8 145.3 H 1162.5 O	168.8	9.8 145.3 155.1	51.9	396.6 1162.5 1559.1	18.8
Differenz =	+ 22.6	—	+ 19.0	— 2.7	— 0.9	+ 6.5	+ 0.7

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	168.8	153.1	51.9	1082.7	18.8
in 1527.1 Fleisch in 2[illegible].1 Fett aus Fleisch angesetzt	191.1 22.3	156.2 3.5	51.9 0	1107.6 8.4	19.9 0
Rest Wasser	0	2.4	0	21.5	1.1
			nach H =	19.2	

Sauerstoff berechnet 426.2
Sauerstoff aufgenommen 476.4
also Sauerstoff aufgespeichert 50.2 (+ 10 %)

Stellt man die Resultate der drei Versuche übersichtlich zusammen, so ergibt sich:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff z. Zersetzung nöthig
a)	1223.8	+ 276.2	+ 12.7	+ 215.1	353.7	370.9
b)	1508.8	— 8.8	+ 26.3	+ 21.4	454.7	437.7
c)	1527.1	— 27.1	+ 29.2	+ 50.1	476.4	426.2
Mittel d. 2 letzten Versuche	1517.9	— 17.9	+ 27.7	+ 35.7	465.5	431.9

Am ersten Versuchstage wurde, da in der vorausgehenden Reihe nur 500 Fleisch gefüttert worden war, viel Fleisch angesetzt und desshalb viel weniger Sauerstoff aufgenommen, als wenige Tage darauf; dies weist abermals darauf hin, dass die Sauerstoffaufnahme nicht das primäre ist, sondern der Zerfall der Stoffe im Körper, dessen Produkte nach und nach Sauerstoff verzehren. Der Vergleich des Versuchs vom 29. Mai bei Darreichung von 500 Fleisch und vom 1. Juni bei Darreichung von 1500 Fleisch lässt deutlich den Unterschied in den Zersetzungen bei ungleicher Nahrung erkennen:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
29. Mai 500 Fleisch	567	— 67	— 44	— 81	380	315
1. Juni 1500 Fleisch	1224	+ 276	+ 13	+ 215	354	371

Trotz der bedeutenden Differenz in der Fleischzersetzung wird bei 1500 Fleisch am ersten Tage doch nur sehr wenig mehr Sauerstoff eingeführt, da dabei Fett angesetzt wird, während vorher der Körper noch Fett von sich abgab. An den zwei letzten Versuchen war nahezu Stickstoffgleichgewicht vorhanden und die Elemente der Einnahmen und Ausgaben stimmten nahezu überein; das Mittel ist:

	Elemente der Einnahmen.	Elemente der Ausgaben.	Differenz.
Kohlenstoff	187.8	168.8	+ 19.0
Wasserstoff	152.4	153.1	— 0.7
Stickstoff	51.0	51.6	— 0.6
Sauerstoff	1543.9	1547.8	— 3.9
Asche	19.5	18.7	+ 0.8
	1954.7	1940.0	+ 14.6

Die grösste Differenz ist dadurch hervorgerufen, dass aus dem zersetzten Fleisch in beiden Versuchen Fett angesetzt wird. Es ist bemerkenswerth, dass am ersten Versuche (am 1. Juni) weniger Fett abgelagert wird, als an den zwei späteren Versuchen und dass der Fettansatz mit der Menge des zersetzten Fleisches zunimmt. Es findet sich hierin ein wesentlicher Unterschied zwischen dem ersten Versuchstage dieser und der beiden vorigen Reihen; bei den letzteren, namentlich der Reihe 1, war eine Fütterung mit viel stickstofffreien Stoffen vorausgegangen, wonach beim Uebergang zu der reichlichen Eiweissfütterung Fett vom Körper noch abgegeben und viel Sauerstoff verbraucht wurde; in dieser Reihe wurde trotz gleichen Eiweissumsatzes schon am ersten Tage Fett aus Eiweiss angesetzt und wenig Sauerstoff in Beschlag genommen, da das Thier durch die vorausgehende lange Reihe mit Fütterung von 500 Fleisch arm an Fett geworden war.

4. Reihe vom 29. Juni bis 8. Juli 1863.

Es waren dem Hunde vom 21.—29. Juni täglich 2000 Fleisch gereicht worden, mit denen er sich schliesslich im Stickstoffgleichgewicht befand, worauf er während 9 Tagen, vom 29. Juni bis 8. Juli, 1500 Fleisch erhielt, wobei der Körper stets Fleisch von sich abgab. In diese Reihe fielen 2 Respirationsbestimmungen, nämlich am 3. und 6. Juli, mit folgenden Resultaten:

Datum 1863	Körper-Gewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Respiration CO_2	HO	H	CH_2	O
3. Juli	31.560	260	1096	111.4	546.0	618.4	2.2	0	455.6
4. Juli	31.513								
6. Juli	30.930	273	1159	118.4	586.3	743.6	3.1	0	531 9
7. Juli	30.746								
Mittel:	—	266	1127	114.9	566.1	681.0	2.6	0	493.7

Wir zerlegen zunächst die Einnahmen und Ausgaben in ihre Elemente:

a) 3. Juli.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Wasser	260.0	260.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff	455.6	—	—	—	—	455.6	—
	2215.6	1398.5	187.8	25.9	51.0	532.8	19.5
		155.4 H		155.4		1243.1	
		1243.1 O		181.3		1775.9	
Ausgaben:							
Harn	1096.0	950.7	31.8	8.2	52.0	37.2	16.6
Koth	33.1	22.2	4.7	0.7	0.7	1.5	3.3
Respiration	1166.6	618.4	148.9	2.2	—	397.1	—
	2295.7	1591.3	184.9	11.1	52.7	435.8	19.9
		176.8 H		176.8		1414.5	
		1414.5 O		187.9		1850.3	
Differenz =	— 80.1	—	+ 2 9	— 6.6	— 1.7	— 74.4	— 0.4

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	184.9	187.9	52.7	1394.6	19.9
in 1550.0 Fleisch	194.0	157.5	52.7	1125.5	20.1
in 11.9 Fett aus Fleisch angesetzt	9.1	1.4	0	1.4	0
Rest Wasser	0	31.8	0	270.5	0.2
				nach H = 254.4	

Sauerstoff berechnet	471.5
Sauerstoff aufgenommen	455.6
also Sauerstoff vom Körper genommen	15.9 (— 3%)

b) 6. Juli.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Wasser	273.0	273.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff	535.0	—	—	—	—	535.0	—
	2308.0	1411.5	187.8	25.9	51.0	612.2	19.5
		156.8 H		156.8		1254.7	
		1254.7 O		182.7		1866.9	
Ausgaben:							
Harn	1159.0	1004.6	38.3	8.7	55.3	39.5	17.7
Koth	33.1	22.2	4.7	0.7	0.7	1.5	3.2
Respiration	1333.0	743.6	159.9	3.1	—	426.4	—
	2525.1	1770.4	197.9	12.5	56.0	467.4	20.9
		196.7 H		196.7		1573.6	
		1573.7 O		209.2		2041.0	
Differenz =	— 217.1	—	— 10.1	— 26.5	— 5.0	— 174.1	— 1.4

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	197.9	209.2	56.0	1506.0	20.9
in 1646.2 Fleisch	205.1	167.3	56.0	1195.4	21.4
in 9.4 Fett aus Fleisch angesetzt	7.2	1.1	0	1.1	0
Rest Wasser	0	43.1	0	311.7	0.5
				nach H = 344.8	

Sauerstoff berechnet 502.3
Sauerstoff aufgenommen 535.0
also Sauerstoff aufgespeichert 32.7 (+ 6%)

Wir erhalten also in beiden Versuchen:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
a)	1550.0	— 50.0	+ 11.9	— 64.1	455.6	471.5
b)	1646.2	— 146.2	+ 9.4	— 224.0	535.0	502.3
Mittel:	1598.1	— 98.1	+ 10.6	— 144.0	495.3	486.9

In diesen Versuchen reichten die 1500 Fleisch wegen der vorausgehenden Fütterung mit 2000 Fleisch nicht hin, der Körper gab noch Fleisch von sich her. Es war daher viel Zersetzungsmaterial vorhanden und darum fiel auch die Sauerstoffaufnahme höher aus, als bei den meisten anderen Reihen mit 1500 Fleisch. Es fand dabei eine Ablager-

ung von Fett aus dem zersetzten Eiweiss statt, gerade so wie in der vorigen Reihe an den späteren Tagen der Fütterung mit 1500 Fleisch. Auffallend ist auch hier die sehr bedeutende Wasserverdunstung durch Haut und Lungen, während in allen andern Reihen die gasförmige Wasserausscheidung durch die Respiration bis auf den ersten Versuchstag der Reihe 1 (am 16. Februar 1863), wo sie 621.2 Gmm. betrug, mit sehr geringen Schwankungen nur 356 Gmm. ausmachte, wurden hier 618 und 744 Gmm. entfernt. Die Harnmenge ist dabei nicht geringer als sonst; in den übrigen Reihen mit 1500 Fleisch wurden im Mittel 1043 Harn entfernt, hier 1127 Gmm., also sogar etwas mehr. Die Mehrabgabe von Wasser in Dampfform hängt wahrscheinlich zum Theil mit der hohen äusseren Temperatur der Julitage zusammen, wesshalb das Thier hier auch Wasser soff, was bisher in keiner Reihe mit 1500 Fleisch geschehen war. Der Wasserkreislauf ändert sich dabei folgender Massen; es wurden 325 Gmm. Wasser mehr durch Haut und Lungen abgegeben, als sonst im Mittel und um 84 Gmm. mehr durch den Harn als sonst im Mittel der Reihen mit 1500 Fleisch, also im Ganzen um 409 Gmm. mehr ausgeschieden; das Thier trank dagegen 266 Gmm. Wasser im Tag und gab noch 144 Gmm. von seinem Körper her, welche 410 Gmm. eben das Plus von 409 Gmm. deckten.

5. Reihe vom 17. Februar bis 5. März 1862.

Die bis jetzt mitgetheilten Reihen sind vom Jahre 1863, wo durch fortwährende Verbesserung des Apparates und sorgfältigste Berücksichtigung aller Fehlerquellen die Resultate jedenfalls genauer ausfielen als bei den in den Jahren 1862 angestellten Versuchen, von denen wir jetzt die mit Fütterung von 1500 Fleisch einfügen. Obwohl diese Versuche im Wesentlichen nichts Anderes lehren als die im Jahre 1863 ausgeführten, so konnten wir uns doch nicht entschliessen sie einfach wegzulassen.

Nachdem das Thier vom 9.—17. Februar gehungert hatte, erhielt es vom 17. Februar an täglich 1500 Fleisch, mit denen es sich bald in das Stickstoffgleichgewicht setzte; am letzten Tage der Fütterung, am 4. März, wurde ein Respirationsversuch gemacht. Es ergab sich dabei

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Respiration CO_2	Respiration HO	Respiration O
4. März	33.070	960	110.8	566.9	717.8	647.7
5. März	32.973	—	—	—	—	—

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	647.7	—	—	—	—	647.7	—
	2147.7	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	724.9 1012.0 1736.9	19.5
Ausgaben:							
Harn	960.0	815.4	31.1	8.2	51.7	37.0	16.5
Koth	33 5	22.5	4.8	0.7	0.7	1.5	3.3
Respiration	1284.7	717.8	154.6	—	—	412.3	—
	2278.2	1555.7 172.8 H 1382.9 O	190.5	8.9 172.8 181.7	52.4	450.8 1382.9 1833.7	19.8
Differenz = — 130.5		—	— 2.7	— 29.3	— 1.4	— 96.7	— 0.3

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	190.5	181.7	52.4	1186.0	19.8
in 1542.3 Fleisch	193.1	156.7	52.4	1120.0	20.0
in 3.4 Fett aus Fleisch angesetzt	2.6	0.4	0	0.4	0
Rest Wasser	0	25.4	0	66.4 nach H = 203.2	0.2

Sauerstoff berechnet 510.8
Sauerstoff aufgenommen 647.7
also Sauerstoff aufgespeichert 136.9 (+ 21%)

Es wurden also zersetzt:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
1542.3	— 42.3	+ 3.4	— 260.6	647.7	510.8

In der Menge des zersetzten Fleisches und des aus dem zersetzten Fleische angesetzten Fettes stimmt dieser Versuch völlig mit den vorigen bei gleicher Fütterung an den späteren Tagen überein. Es findet sich nur eine auffallend grosse Aufnahme von Sauerstoff und zwar um 136.9 Gmm. = 21% mehr als zur Verbrennung der zersetzten Stoffe nöthig ist. Bei den früheren Bestimmungen vom Jahre 1863 betrug das Maximum der Differenz des aufgenommenen und zur Verbrennung nöthigen berechneten Sauerstoffs 12%. Obwohl die Versuche vom Jahre 1862, wie oben gesagt, noch nicht mit aller Umsicht angestellt waren, so glauben wir doch nicht, dass der Fehler der Sauerstoffbestimmung 21% betragen kann, zudem die Uebereinstimmung des eingenommenen und ausgegebenen Kohlenstoffs eine sehr grosse ist. Es ist auch deshalb nicht wahrscheinlich, dass hier auf ein Mal im Körper etwas anderes verbrannt worden ist als sonst; wäre mehr Fett angesetzt und dafür z. B. Zucker vom Körper oxydirt worden, so würde die Differenz eine noch grössere sein.

In den Versuchen vom Jahre 1862 wurden nur Bestimmungen der Kohlensäure und des Wassers der Athemluft ausgeführt und nicht solche des Wasserstoffs und Grubengases; eine Berücksichtigung derselben hätte aber die Differenz nicht kleiner, sondern vielmehr grösser gemacht.

Wir müssen nach Allem annehmen, dass es sich hier zum Theil wenigstens um eine grössere Aufspeicherung des Sauerstoffs handelt; nach unseren Versuchen am Menschen und denen von Ludwig und Sczelkow und auch den jüngst veröffentlichten von Henneberg wird nicht immer so viel Sauerstoff aufgenommen, als in der Kohlensäure und dem Wasser ausgeführt wird. Die Verschiebung ist um so grösser, je geringer die beobachteten Zeiträume sind; in 24 Stunden findet in der Mehrzahl der Fälle ein Ausgleich statt, wie unsere früheren Versuche ergeben, er scheint sich aber auch nach der jetzigen verzögern zu können; dies geht auch daraus hervor, dass bei einer grösseren Anzahl von Versuchen in einer Reihe im Mittel die Uebereinstimmung sich herstellt.

Auffallend ist die grosse Wasserabgabe durch Haut und Lungen zugleich mit der bedeutenden Sauerstoffaufnahme.

6. Reihe vom 15.—25. März 1862.

Dieser Reihe ging eine 10tägige Hungerreihe (vom 5.—15. März) voraus; vom 15. März an begann die Fütterung mit 1500 Fleisch täglich, womit bald das Stickstoffgleichgewicht sich hergestellt hatte. Am 21. März wurde ein Respirationsversuch ausgeführt.

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Respiration CO_2	Respiration HO	Respiration O
21. März	30.910	866	103.7	517.4	521.2	376.6
22. März	30.882	—	—	—	—	—

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	376.6	—	—	—	—	376.6	—
	1876.6	1138.5	187.8	25.9	51.0	453.8	19.5
		126.5 H		126.5		1012.0	
		1012.0 O		152.4		1465.8	
Ausgaben:							
Harn	866.0	780.7	29.1	7.7	48.4	34.6	15.5
Koth	34.3	21.5	5.6	0.8	0.8	1.8	3.8
Respiration	1038.6	521.2	141.0	—	—	376.3	—
	1938.9	1273.4	175.7	8.5	49.2	412.7	19.3
		141.5 H		141.5		1131.9	
		1131.9 O		150.0		1544.6	
Differenz =	— 62.3	—	+ 12.1	+ 2.4	+ 1.8	— 78.8	+ 0.2

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	175.7	150.0	49.2	1168.0	19.3
in 1448.0 Fleisch	181.3	147.1	49.2	1051.4	18.8
in 7.3 Fett aus Fleisch angesetzt	5.6	0.9	0	0.8	0
Rest Wasser	0	3.7	0	115.8	0.5
				nach H = 29.6	

Sauerstoff berechnet 464.2
Sauerstoff aufgenommen 376.6
also Sauerstoff vom Körper genommen 87.6 (— 23%)

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
1448.2	+ 51.8	+ 7.3	+ 8.5	376.6	464.2

Dies ist wiederum das nämliche Resultat wie in den früheren Versuchen, es ist nahezu Eiweiss- und Fettgleichgewicht vorhanden. Es wird wegen der vorausgehenden Hungertage längere Zeit etwas Fleisch angesetzt, der Fettansatz aus dem zersetzten Eiweiss ist wie sonst.

Aber auch hier ist wieder keine Uebereinstimmung in dem wirklich ins Blut eingetretenen und dem zur Verbrennung nöthigen berechneten Sauerstoff und zwar werden diesesmal 23% weniger aufgenommen. Hier könnte allerdings die Nichtberücksichtigung des Wasserstoffs und Grubengases einen Theil der Differenz hervorrufen. Im Uebrigen gilt das bei der vorigen Reihe Gesagte.

7. Reihe vom 4.—17. April 1862.

Vorher hatte das Thier vom 25. März bis 4. April täglich 100 Fett erhalten und dabei im Ganzen 1846 Fleisch verloren und 25 Fett angesetzt; darauf wurden vom 4.—17. April täglich 1500 Fleisch gefüttert und an vier Tagen Bestimmungen der Respirationsprodukte gemacht und zwar am 7., 12., 14. und 16. April. Es wurde dabei an Harnstoff ausgeschieden:

4. April	85.0
5. „	103.9
6. „	105.9
7. „	104.8
8. „	101.8
9. „	103.8
10. „	104.3
11. „	105.8
12. „	109.4
13. „	110.3
14. „	109.9
15. „	110.0
16. „	107.5
Mittel	104.8

Die übrigen Ausscheidungen an den 4 Versuchstagen betrugen:

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Respiration		
				CO_2	HO	O
7. April	29.975	952	104.8	449.1	244.5	307.6
8. April	30.137					
12. April	30.670	985	109.4	511.8	389.4	423.6
13. April	30.705					
14. April	30.890	1044	109.9	472.1	431.8	457.2
15. April	30.898					
16. April	31.130	992	107.5	495.7	587.5	553.2
17. April	31.108					

Die Zerlegung der Einnahmen und Ausgaben in die Elemente ergiebt:

a) 7. April.

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff 307.6	—	—	—	—	307.6	—
1807.6	1138.5	187.8	25.9	51.0	384.8	19.5
	126.5 H		126.5		1012.0	
	1012.0 O		152.4		1396.8	
Ausgaben:						
Harn 952.0	815.4	29.4	7.7	48.9	35.0	15.6
Koth 28.4	18.9	4.1	0.6	0.6	1.3	2.8
Respiration 693.6	244.5	122.5	—	—	326.6	—
1674.0	1078.8	156.0	8.3	49.5	362.9	18.4
	119.9 H		119.9		958.9	
	958.9 O		128.2		1321.8	
Differenz = + 133.6	—	+ 31.8	+ 24.2	+ 1.5	+ 75.0	+ 1.1

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	156.0	128.2	49.5	1014.2	18.5
in 1455.9 Fleisch	182.3	148.0	49.5	1057.2	18.9
in 34.4 Fett aus Fleisch angesetzt	26.2	4.1	0	4.0	0
Rest Wasser	0	15.7	0	39.1	0.5
				nach H = 125.6	

Sauerstoff berechnet 393.7

Sauerstoff aufgenommen 307.6

also Sauerstoff vom Körper genommen 86.1 (— 28%)

b) 12. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	423.6	—	—	—	—	423.6	—
	1923.6	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	500.8 1012.0 1512.8	19.5
Ausgaben:							
Harn	987.4	844.7	30.7	8.1	51.1	36.5	16.3
Koth	28.4	18.9	4.1	0.6	0.6	1.3	2.8
Respiration	901.2	389.4	139.6	—	—	372.2	—
	1917.0	1253.0 139.2 H 1113.8 O	174.4	8.7 139.2 147.9	51.7	410.0 1113.8 1523.8	19.1
Differenz =	+ 6.6	—	+ 13.4	+ 4.5	+ 0.7	— 11.0	+ 0.4.

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	174.4	147.9	51.7	1100.2	19.1
in 1519.4 Fleisch	190.2	154.4	51.7	1103.3	19.7
in 20.7 Fett aus Fleisch angesetzt	15.8	2.5	0	2.4	0
Rest Wasser	0	4.1	0	5.5 nach H = 32.8	0.6

Sauerstoff berechnet	455.4
Sauerstoff aufgenommen	423.6
also Sauerstoff vom Körper genommen	31.8 (— 7%)

c) 14. April.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	457.2	—	—	—	—	457.2	—
	1957.2	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	534.4 1012.0 1546.4	19.5
Ausgaben:							
Harn	1045.3	902.0	30.9	8.1	51.3	36.7	16.4
Koth	28.4	18.9	4.1	0.6	0.6	1.3	2.8
Respiration	903.9	431.8	128.7	—	—	343.3	—
	1977.6	1352.7 150.3 H 1202.4 O	163.7	8.7 150.3 159.0	51.9	381.3 1202.4 1583.7	19.2
Differenz =	— 20.4	—	+ 24.1	— 6.6	— 0.9	— 37.3	+ 0.3

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	163.7	159.0	51.9	1126.5	19.2
in 1526.5 Fleisch	191.1	155.1	51.9	1108.5	19.8
in 35.9 Fett aus Fleisch angesetzt	27.4	4.3	0	4.2	0
Rest Wasser	0	8.1	0	22.1	0.6
				nach H = 64.8	

Sauerstoff berechnet 414.1
Sauerstoff aufgenommen 457.2
also Sauerstoff aufgespeichert 43.1 (+ 9%)

d) 16. April.

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff 553.2	—	—	—	—	553.2	—
2053.2	1138.5	187.8	25.9	51.0	630.4	19.5
	126.5 H		126.5		1012.0	
	1012.0 O		152.4		1642.4	
Ausgaben:						
Harn 992.0	851.7	30.2	7.9	50.2	35.9	16.1
Koth 28.4	18.9	4.1	0.6	0.6	1.3	2.8
Respiration 1083.2	587.5	135.2	—	—	360.5	—
2103.6	1485.1	169.5	8.5	50.8	397.7	18.9
	162.0 H		162.0		1296.1	
	1296.1 O		170.5		1693.8	
Differenz = — 50.4	—	+ 18.3	— 18.1	+ 0.2	— 51.4	+ 0.6

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	169.5	170.6	50.8	1140.6	18.9
in 1494.1 Fleisch	187.1	151.8	50.8	1085.0	19.1
in 22.9 Fett aus Fleisch angesetzt	17.6	2.7	0	2.7	0
Rest Wasser	0	21.4	0	58.3	0.5
				nach H = 171.2	

Sauerstoff berechnet 440.0
Sauerstoff aufgenommen 553.3
also Sauerstoff aufgespeichert 113.3 (+ 20%)

Die Zusammenstellung der vier Versuche dieser Reihe zeigt folgendes:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
a)	1455.9	+ 44.1	+ 34.4	+ 2.5	307.6	393.7
b)	1519.4	— 19.4	+ 20.7	+ 22.4	423.6	455.4
c)	1526.5	— 26.5	+ 35.9	— 93.0	457.2	414.1
d)	1494.1	+ 5.9	+ 22.9	—188.0	553.8	440.0
Mittel:	1499.0	+ 1.0	+ 28.5	— 59.0	435.4	425.8

In den Ausscheidungen findet sich bei den vier Versuchen dieser Reihe nahezu soviel Stickstoff und Kohlenstoff als in den Einnahmen, es ist also nahezu Eiweiss- und Fettgleichgewicht vorhanden. Im Versuche a, d. i. am vierten Tage der Fütterung mit 1500 Fleisch, nachdem das Thier vorher während 10 Tagen täglich nur 100 Fett erhalten hatte, wurde noch Fleisch in berücksichtigenswerther Menge angesetzt; Fettansatz fand an allen vier Versuchstagen in nicht unbeträchtlicher Menge statt.

In den Versuchen a und d ist wiederum eine ansehnliche Differenz des aufgenommenen und berechneten Sauerstoffs vorhanden und darüber das Nämliche zu sagen, wie zur Reihe 5 Seite 471. Es gleicht sich jedoch in den vier Versuchen im Mittel die Differenz beinahe ganz aus.

Die Sauerstoffaufnahme ist im Versuche a am grössten und nimmt beständig zu, nachdem vorher bei 100 Fett am achten Tage 262 und am zehnten Tage nur 226 Sauerstoff gebunden worden waren.

8. Reihe vom 31. Juli bis 9. August 1862.

Der Hund hatte vorher während 58 Tagen 500 Fleisch und 200 Fett erhalten. Während der darauf folgenden Fütterung mit 1500 Fleisch wurden an drei Tagen, am 3., 6. und 8. August die gasförmigen Ausscheidungen bestimmt. Die Harnstoffausscheidung war an den einzelnen Tagen folgende:

31.	Juli	92.8
1.	August	101.6
2.	„	102.5
3.	„	104.2
4.	„	108.6
5.	„	107.7
6.	„	109.9
7.	„	109.1
8.	„	112.2
	Mittel:	105.4

An den drei Tagen, an denen die Respirationsprodukte untersucht wurden, erhielten wir:

Datum 1862	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Respiration				
					CO_2	HO	H	CH_2	O
3. August	35.810	0	897	104.2	635.0	606.9	16.6	7.6	619.4
4. August	35.264								
6. August	35.810	210	1002	109.9	523.4	417.3	6.0	10.1	367.7
7. August	35.929								
8. August	36.060	165	1054	112.2	517.6	340.8	5.3	7.3	361.2
9. August	36.161								
Mittel:		125	984	108.8	558.7	455.0	9.3	8.3	449.4

Zerlegt man die Einnahmen und Ausgaben in ihre Elemente, so findet sich:

a) 3. August.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Sauerstoff	619.4	—	—	—	—	619.4	—
	2119.4	1138.5 126.5 H 1012.0 O	187.8	25.9 126.5 152.4	51.0	696.6 1012.0 1708.6	19.5
Ausgaben:							
Harn	899.3	763.4	29.3	7.7	48.6	34.8	15.5
Koth	22.4	15.5	3.0	0.4	0.5	0.9	2.1
Respiration	1266.1	606.9	178.9	18.5	—	461.8	—
	2187.8	1385.8 154.0 H 1231.8 O	211.2	26.6 154.0 180.6	49.1	497.5 1231.8 1729.3	17.6
Differenz =	— 68.4	—	— 23.4	— 28.2	+ 1.9	— 20.7	+ 1.9

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	211.2	180.6	49.1	1109.9	17.6
in 1443.2 Fleisch	180.7	146.7	49.1	1048.0	18.8
in 39.8 Fett vom Körper ab	30.5	4.7	0	4.6	0
Rest Wasser	0	29.2	0	57.3	1.2
				nach H = 233.6	

Sauerstoff berechnet 443.2
Sauerstoff aufgenommen 619.4
also Sauerstoff aufgespeichert 176.2 (+ 28%)

b) 6. August.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Wasser	210.0	210.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff	367.7	—	—	—	—	367.7	—
	2077.7	1348.5	187.8	25.9	51.0	444.9	19.5
		149.8 H		149.8		1198.7	
		1198.7 O		175.8		1643.6	
Ausgaben:							
Harn	1001.9	859.5	30.6	8.1	51.3	36.4	16.4
Koth	22.4	15.5	3.0	0.4	0.5	0.9	2.1
Respiration	956.8	417.3	150.3	8.5	—	380.7	—
	1981.1	1292.3	183.9	17.0	51.8	418.0	18.5
		143.6 H		143.6		1148.7	
		1148.7 O		160.6		1566 7	
Differenz	= + 96.6	—	+ 3.9	+ 15.2	— 0.8	+ 76.9	+ 1.0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	183.9	160.6	51.8	1199.0	18.5
in 1522.3 Fleisch	190.6	154.7	51.8	1105.4	19.8
in 8.7 Fett aus Fleisch angesetzt	6.7	1.0	0	1.0	0
Rest Wasser	0	6.9	0	94.6	1.3
				nach H = 55.2	

Sauerstoff berechnet 406.7
Sauerstoff aufgenommen 367.7
also Sauerstoff vom Körper genommen 39.0 (— 10%)

c) 8. August.

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	1500.0	1138.5	187.8	25.9	51.0	77.2	19.5
Wasser	165.0	165.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff	361.2	—	—	—	—	361.2	—
	2026.2	1303.5	187.8	25.9	51.0	438.4	19.5
		144.8 H		144.8		1158.7	
		1158.7 O		170.8		1597.1	
Ausgaben:							
Harn	1054.2	907.8	31.5	8.3	52.4	37.4	16.7
Koth	22.4	15.5	3.0	0.4	0.4	0.9	2.1
Respiration	871.0	340.8	146.6	7.2	—	376.5	—
	1947.6	1264.1	181.1	15.9	52.8	414.8	18.8
		140.4 H		140.4		1123.7	
		1123.7 O		156.3		1538.5	
Differenz =	+ 78.6	—	+ 6.7	+ 14.4	— 1.8	+ 58.6	+ 0.7

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	181.1	156.3	52.8	1177.4	18.8
in 1553.2 Fleisch	194.5	157.9	52.8	1127.9	20.2
in 17.4 Fett aus Fleisch angesetzt	18.4	2.1	0	2.0	0
Rest Wasser	0	0.6	0	51.5	1,4

nach H = 4.8

Sauerstoff berechnet	408.0
Sauerstoff aufgenommen	361.2
also Sauerstoff vom Körper genommen	46.8 (— 13%)

Die Zusammenstellung der drei Versuche dieser Reihe mit 1500 Fleisch lehrt folgendes:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
a)	1443.2	+ 56.8	— 39.8	— 218.5	619.4	443.2
b)	1522.3	— 22.3	+ 8.7	+ 54.3	367.7	406.7
c)	1553.2	— 53.2	+ 17.4	+ 27.2	361.2	408.0
Mittel:	1506.2	— 6.2	— 4.6	— 45.7	449.4	419.3
Mittel der zwei letzt. Versuche:	1537.7	— 37.7	+ 13.0	+ 40.7	364 4	407.3

Die vorausgehende 58tägige Reihe mit 500 Fleisch und 200 Fett, wobei viel Fett im Körper des Thieres abgelagert worden war, hatte einen bestimmenden Einfluss auf die vorliegende Versuchsreihe. Es wurde anfangs beim Uebergang zur Fütterung mit 1500 Fleisch Fleisch angesetzt, später bestand Stickstoffgleichgewicht, wornach selbst Fleisch vom Körper abgegeben wurde. In der ersten Zeit wurde, wie in der ersten und zweiten Versuchsreihe mit 1500 Fleisch, noch Fett vom Körper hergegeben; dann aber wurde aus dem zersetzten Fleische Fett erspart und angesetzt. Bei Darreichung geringerer Quantitäten von Fleisch, z. B. 500 oder 1000 Gmm., reichte der Körper nicht aus, er verlor noch von seinem Fleisch und Fett; wir liessen es daher bei Betrachtung des Resultates des ersten Versuchstags der Reihe 1 mit 1500 Fleisch zweifelhaft, ob nur die geringe Fleischzersetzung an diesem Tage die Abgabe von Fett bedingt hatte oder auch der Fettreichthum des Thierkörpers nach der langen Fütterung mit gemischtem Fressen. Bei allen übrigen Reihen nun, denen ein Ansatz von Fett vorausging, wie bei der Reihe 2 und dieser achten, sehen wir in der ersten Zeit ohne eine geringere Eiweisszersetzung einen Verlust von Fett vom Körper, in letzterer sogar noch am vierten Tage der Fütterung mit 1500 Fleisch, während bei den anderen Reihen, vor welchen nur Fleisch ohne stickstofffreie Stoffe gereicht worden war oder vor welchen das Thier gehungert hatte, alsbald Fett aus dem zersetzten Eiweiss aufgespeichert wurde. Es ist also darnach keinem Zweifel unterworfen, dass, wenn am Körper viel Fett abgelagert ist, durch reichliche Eiweisszufuhr dieses Fett zum Verschwinden gebracht werden kann. (Bantingkur.)

Am ersten Tage besteht ein sehr grosser Unterschied zwischen der aufgenommenen und der berechneten Sauerstoffmenge; im Mittel aus den drei Versuchen nähern sich jedoch die Zahlen sehr an. Die Differenz kann hier nicht von einer Nichtberücksichtigung von Wasserstoff und Grubengas herrühren, da diese Gase in das Bereich der Untersuchung gezogen wurden. Auch hier ist im Versuch a auffallend viel Sauerstoff bei einer sehr bedeutenden Wasserausscheidung durch Haut und Lungen aufgenommen worden, genau wie in dem Versuche der fünften Reihe; am ersten Tage

der Reihe 1 und in den beiden Versuchen der Reihe 4 war aber die Sauerstoffaufnahme nicht höher als die berechnete, obwohl dabei sehr viel Wasser durch die Respiration entfernt wurde.

4. Abschnitt. 1800 Fleisch.

Reihe vom 15. — 20. Februar 1861.

Bei unseren ersten Versuchen mit dem Respirationsapparat im Jahre 1861, bei welchen noch keine Bestimmungen des ausgeschiedenen Wassers und des aufgenommenen Sauerstoffs, sondern nur Bestimmungen der Kohlensäure der Athemluft gemacht wurden, findet sich aus der Reihe vom 15.—20. Februar mit einer Zufuhr von 1800 Fleisch ein Versuchstag (der 19. Febr.), den das Thier im Respirationsapparate zubrachte.

Die Harnstoffmenge dieser Reihe war folgende:

15.	Februar	104.4
16.	„	118.0
17.	„	122.4
18.	„	133.2
19.	„	126.6

Am 19. Februar wurden ausgeschieden:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
19. Februar	33.330	1093	126.6	656.2
20. Februar	33.190	—	—	—

Aus den vorausgehenden Versuchen ergiebt sich nun, dass man im Stande ist, bei Bekanntschaft der im Harn und Koth und durch Haut und Lungen entfernten Kohlenstoffmenge und der Kohlenstoffmenge des zersetzten Fleisches den Verbrauch an Fett im Körper mit Sicherheit zu erschliessen. Da aber das Gesammtgewicht der durch Haut und Lungen abgegebenen Stoffe bekannt ist und ausser Kohlensäure und Wasser nur wenig andere Stoffe gasförmig entfernt werden, so kann man dadurch annähernd auch die Wasserabgabe durch Haut und Lungen entnehmen. Ja, es ist auch möglich zu berechnen, wieviel Sauerstoff zur Verbrennung der zersetzten Stoffe nöthig ist und so auf die wirkliche Aufnahme des Sauerstoffs zu schliessen. Wir betonen jedoch, dass wir damit nicht genaue Werthe für die Wasserabgabe und den Sauerstoffver-

brauch angeben können und wollen, sondern nur der Wahrheit sich annähernde.

Wir erhalten dabei:

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 1800.0	1366.2	225.4	31.1	61.2	92.7	23.4
Sauerstoff 592.3	—	—	—	—	592.3	—
2392.3	1366.2 151.8 H 1214.4 O	225.4	31.1 151.8 182.9	61.2	685.0 1214.4 1899.4	23.4
Ausgaben:						
Harn 1093.0	927.9	35.6	9.3	59.1	42.2	18.9
Koth 26.0	16.0	4.3	0.7	0.6	1.4	3.0
Respiration 1439.3	783.1	179.0	—	—	477.2	—
2558.3	1727.0 191.9 H 1535.1 O	218.9	10.0 191.9 201.9	59.7	520.8 1535.1 2055.9	21.9
Differenz = − 166.0	—	+ 6.5	− 19.0	+ 1.5	− 156.5	+ 1.5

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	218.9	201.9	59.7	1463.6	21.9
in 1756.8 Fleisch	219.9	178.5	59.7	1275.7	22.8
in 1.4 Fett aus Fleisch angesetzt	1.0	0.2	0	0.2	0
Rest Wasser	0	23.5	0	188.0	0.9

Sauerstoff berechnet 592.3

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
1756.8	+ 43.2	+ 1.4	— 177.8	592.3

Der Körper des Thieres befand sich mit 1800 Fleisch nahezu im Stickstoff- und Kohlenstoffgleichgewichte, es fand nur ein geringfügiger Ansatz von Fleisch und Fett statt. Der Hund hatte in den Monaten Dezember und Januar viel Fett erhalten und dann reichliche gemischte Kost, daher längere Zeit Fleisch angesetzt wurde und der Fettansatz, entsprechend den früheren Erfahrungen, nicht in dem Maasse stattfand wie bei 1500 Fleisch der ersten Reihe. Es ist auch zu bemerken, dass dieser Versuch in das Jahr 1861 fiel, wo der Hund noch jünger und ungleich lebhafter war als

später, wodurch vielleicht auch der etwas grössere Fettverbrauch bedingt war.

5. Abschnitt. 2000 Fleisch.

Reihe vom 21.—29. Juni 1863.

Nach der 20tägigen Fütterung mit 1500 Fleisch (3. Reihe vom 1. — 21. Juni 1863) erhielt der Hund 2000 Fleisch täglich als Nahrung, womit er sich alsbald ins Stickstoffgleichgewicht setzte; er schied dabei an Harnstoff aus:

21.	Juni	142.5
22.	„	140.4
23.	„	142.2
24.	„	140.4
25.	„	140.7
26.	„	151.9
27.	„	147.9
28.	„	1[illegible]5.7

Am 21. und 26. Juni wurden nun auch Bestimmungen der gasförmigen Ausscheidungen und der Sauerstoffaufnahme angestellt, welche folgendes ergaben:

Datum 1863	Körper-Gewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Respiration				
					CO_2	HO	H	CH_2	O
21. Juni	31.255	0	1370	142.5	580.5	446.3	0.3	0	508.1
22. Juni	31.363								
26. Juni	31.585	200	1398	151.9	627.7	618.7	—	—	525.8
27. Juni	31.659								
Mittel:	—	100	1384	147.2	604.1	532.5	—	—	516.9

Wir zerlegen zunächst die beiden Versuche in ihre Elemente:

a) 21. Juni.

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 2000.0	1518.0	250.4	34.6	68.0	103.0	26.0
Sauerstoff 508.1	—	—	—	—	508.1	—
2508.1	1518.0 168.7 H 1349.3 O	250.4	34.6 168.7 203.3	68.0	611.1 1349.3 1960.4	26.0
Ausgaben:						
Harn 1370.0	1184.1	40.0	10.5	66.5	47.5	21.3
Koth u. Haare 46.1	33.8	5.4	0.8	0.8	1.7	3.7
Respiration 1027.1	446.3	158.3	0.4	—	422.2	—
2413.2	1664.2 184.9 H 1479.3 O	203.7	11.7 184.9 196.6	67.3	471.4 1479.3 1950.7	25.0
Differenz = + 64.9	—	+ 46.7	+ 6.7	+ 0.7	+ 9.7	+ 1.0

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	203.7	196.6	67.3	1442.6	25.0
in 1980.0 Fleisch	247.9	201.2	67.3	1437.8	25.7
in 57.8 Fett aus Fleisch angesetzt	44.2	6.9	0	6.7	0
Rest Wasser	0	2.2	0	11.5 nach H = 17.6	0.7

Sauerstoff berechnet 501.7
Sauerstoff aufgenommen 508.1
also Sauerstoff aufgespeichert 6.4 (+ 1%)

b) 26. Juni.

	HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:						
Fleisch 2000.0	1518.0	250.4	34.6	68.0	103.0	26.0
Wasser 200.0	200.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff 525.8	—	—	—	—	525.8	—
2725.8	1718.0 190.9 H 1527.1 O	250.4	34.6 190.9 225.5	68.0	628.8 1527.1 2155.9	26.0
Ausgaben:						
Harn 1398.0	1199.8	42.7	11.2	70.9	50.7	22.7
Koth u. Haare 50.5	38.2	5.3	0.8	0.8	1.7	3.7
Respiration 1246.4	618.7	171.2	—	—	456.5	—
2694.9	1856.7 206.3 H 1650.4 O	219.2	12.0 206.3 218.3	71.7	508.9 1650.4 2159.3	26.4
Differenz = + 30.9	—	+ 31.2	+ 7.2	— 3.7	— 3.4	— 0.4

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	219.2	218.3	71.7	1633.5	26.4
in 2108.5 Fleisch	264.0	214.3	71.7	1531.1	27.4
in 58.5 Fett aus Fleisch angesetzt	44.8	7.0	0	7.0	0
Rest Wasser	0	11.0	0	109.2	1.0
				nach H = 88.0	

Sauerstoff berechnet	547.2
Sauerstoff aufgenommen	525.8
also Sauerstoff vom Körper genommen	21.4 (— 4%)

Die beiden Versuche ergeben demnach:

	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff z. Zersetzung nöthig
a)	1980.0	+ 20.0	+ 57.8	+ 8.7	508.1	501.7
b)	2108.5	— 108.5	+ 58.5	+ 19.9	525.8	547.2
Mittel:	2044.2	— 44.2	+ 58.1	+ 14.3	516.9	524.4

Auch hier wird am ersten Versuchstage noch etwas Fleisch angesetzt, am zweiten Versuchstage aber nach Ueberschreitung des Stickstoffgleichgewichtes vom Körper abgegeben. Der Ansatz von Fett, hervorgegangen aus dem zersetzten Fleische, ist ein sehr beträchtlicher, da in der vorausgehenden Zeit vom 1.—21. Juni 1500 Fleisch und vom 20. April bis 1. Juni nur 500 Fleisch gefüttert worden waren, wodurch der Hund viel Fett von seinem Körper eingebüsst hatte.

Von hoher Bedeutung ist auch die grosse Uebereinstimmung des zur Oxydirung der zersetzten Stoffe nöthigen berechneten Sauerstoffs und des wirklich aufgenommenen. Da hier aus der Differenz des Stickstoffs und des Kohlenstoffs der Einnahmen und Ausgaben auf einen nicht unbedeutenden Ansatz und Abgabe von Fleisch und einen beträchtlichen Fettansatz aus dem zersetzten Fleisch geschlossen wird, so müssten sehr ansehnliche Unterschiede in der berechneten und gefundenen Sauerstoffquantität auftreten, wenn unsere Annahmen nicht richtig wären.

Vor und nach der hier betrachteten Versuchsreihe mit 2000 Fleisch sind Reihen mit 1500 Fleisch zugleich mit Bestimmungen der Respirationsprodukte gemacht worden; wenn wir die Resultate vom 12. Juni und vom 3. Juli 1863 bei 1500 Fleisch mit den dazwischenliegenden Beobachtungen mit 2000 Fleisch zusammenstellen, so wird der Vergleich am besten geschehen können.

Datum 1863	Fleisch verzehrt	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff nöthig
12. Juni	1500	1527.1	— 27.1	+ 29.2	+ 50.1	476.4	426.2
21. Juni	2000	1980.0	+ 20.0	+ 57.8	+ 8.7	508.1	501.7
26. Juni	2000	2108.5	— 108.5	+ 58 5	+ 19.9	525.8	547.2
3. Juli	1500	1550.0	— 50.0	+ 11.9	— 64.1	455.6	471.5

Man ersieht vortrefflich, wie mit der Menge des zersetzten Fleisches die Sauerstoffaufnahme steigt, aber der Ansatz von Fett bei dem an Fett armen Körper zunimmt.

6. Abschnitt. 2500 Fleisch.

Reihe vom 2.—4. April 1861.

Nach einer 2tägigen Fütterung mit 1800 Fleisch und 450 Stärkemehl, welcher eine Fütterung mit 800 Fleisch und 450 Stärkemehl vorausging, gaben wir dem Hunde am 2. und 3. April je 2500 Fleisch; er schied dabei am 2. April 155.2, am 3. April 180.8 Harnstoff aus und war somit am zweiten Tage ins Stickstoffgleichgewicht gekommen. Am 3. April wurde nun das Thier in den Respirationsapparat gebracht, jedoch zu dieser Zeit nur die Kohlensäureausscheidung controlirt. Wir berechnen daher hier die Wasserausscheidung und die Sauerstoffaufnahme wie in dem 4. Abschnitt bei 1800 Fleisch, und zwar unter dem dabei hervorgehobenen Vorbehalt. Es wurde ausgeschieden:

Datum 1861	Körpergewicht in Kilo	Wasser getrunken	Harnmenge	Harnstoff	Kohlensäure
3. April	33.710	668	2117	180.8	783.3
4. April	33.750	—	—	—	—

Daraus rechnen sich folgende Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

		HO	C	H	N	O	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	2500.0	1897.5	313.0	43.3	85.0	128.7	32.5
Wasser	668.0	668.0	—	—	—	—	—
Sauerstoff	688.1	—	—	—	—	688.1	—
	3856.1	2565.5	313.0	43.3	85.0	816.8	32.5
		285.0 H		285.0		2280.5	
		2280.5 O		328.3		3097.3	
Ausgaben:							
Harn	2117.0	1881.1	50.8	13.3	84.4	60.3	27.0
Koth	41.3	25.9	6.7	1.0	1.0	2.1	4.6
Respiration	1699.1	915.8	213.6	—	—	569.7	—
	3857.4	2822.8	271.1	14.3	85.4	632.1	31.6
		313.6 H		313.6		2509.2	
		2509.2 O		327.9		3141.3	
Differenz =	— 1.3	—	+ 41.9	+ 0.4	— 0.4	— 44.0	+ 0.9

	C	H	N	O	Asche
Gesammtverbrauch	271.1	327.9	85.4	2453.2	31.6
in 2511.8 Fleisch	314.5	255.3	85.4	1824.0	32.6
in 56.7 Fett aus Fleisch angesetzt	43.4	6.7	0	6.6	0
Rest Wasser	0	79.5	0	635.8	1.0

Sauerstoff berechnet 688.1

Es ergeben sich also:

Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Wasser am Körper	Sauerstoff nöthig
2511.8	+ 11.8	+ 56.7	— 60.8	688.1

Der Körper des Thieres befand sich mit der Masse von 2500 Fleisch nahezu im Stickstoffgleichgewicht, setzte aber dabei Fett aus dem zersetzten Fleische an. Die Quantität des abgelagerten Fettes ist aber nicht grösser als vorher bei 2000 Fleisch, weil der jetzigen Reihe eine längere Fütterung mit viel stickstofffreien Stoffen (Fleisch mit Stärkemehl) vorausging und bei fettreicherem Körper eine reich-

liche Eiweisszersetzung stets viel Fett zum Zerfall bringt. Da dieser Versuch, wie der Versuch des 4. Abschnitts mit 1800 Fleisch, noch in das Jahr 1861 fiel, wo der Hund jünger und lebhafter war, so erklärt sich vielleicht auch dadurch zum Theil der dem Fleischumsatz nicht proportionale Fettansatz.

Die zur Umwandlung in die Endprodukte nöthige Sauerstoffzufuhr ist eine sehr bedeutende. Um die in Wasser löslichen Zersetzungsstoffe alle zur Ausscheidung zu bringen, musste sehr viel Wasser durch die Nieren entfernt werden, ebenso wurde mit der grossen Menge von Kohlensäure viel Wasser (915.8 Gmm.) durch Haut und Lungen abgedampft. Um sämmtliche Wasserverluste zu decken, nahm das Thier neben dem Wasser von 2500 Fleisch noch 668 Wasser auf, und gab noch 60.8 Gmm. von seinem Körper ab.

Stellen wir schliesslich der besseren Uebersicht halber die Hauptresultate der 6 Versuchsabschnitte mit ansteigenden Mengen von Fleisch nochmals zusammen, so ergiebt sich:

Fleisch verzehrt	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Sauerstoff auf	Sauerstoff zur Zersetz. nöthig
0	165	−165	− 95	330	329
500	599	− 99	− 47	341	332
1000	1079	− 79	− 19	453	398
1500	1500	0	+ 4	487	477
1800	1757	+ 43	+ 1	—	592
2000	2044	− 44	+ 58	517	524
2500	2512	− 12	+ 57	—	688

Bei kleineren Mengen von Fleisch gibt der Körper des 30 Kilo schweren Hundes noch Fleisch und Fett von sich her; der Verlust an Fleisch und Fett wird mit steigenden Fleischquantitäten immer geringer, bis bei 1500 Fleisch endlich der Fleisch- und Fettstand des Körpers erhalten bleibt. 1500 Fleisch sind dann eine vollkommene Nahrung, da darin auch die nöthige Menge von Wasser und Aschebestandtheilen enthalten ist und das Thier auf die Dauer diese Fleischportion mit Gier aufnimmt.

Setzt man nun über diese Grenze hinaus noch Fleisch in der Nahrung zu, so wächst auch der Eiweissumsatz und es kann schliess-

lich mit jeder im Darm resorbirbaren Fleischquantität das Stickstoffgleichgewicht eintreten, d. h. ebensoviel Fleisch im Körper zerfallen als dargereicht worden ist.

Dabei stellt sich nun heraus, dass, obwohl der Stickstoff des in den Zerfall gezogenen Fleisches aller im Harn und Koth auftritt, ein nicht unbeträchtlicher Theil des Kohlenstoffs desselben unter den Ausscheidungsprodukten nicht erscheint. Wir suchten nachzuweisen, dass dieser Kohlenstoff in der Form von Fett im Körper zurückbleibt; man könnte auch an ein anderes stickstofffreies Produkt denken, z. B. an Traubenzucker oder glycogene Substanz, aber dann müsste sich bei längerer Dauer der Versuchsreihen mit grösseren Fleischmengen der Zucker in grossen Quantitäten anhäufen, wie z. B. in der Zeit vom 1. Juni bis 8. Juli, wo der Hund vom 1.—21. Juni bei 1500 Fleisch (Reihe 3) 454 Fett, vom 21.—29. Juni bei 2000 Fleisch 465 Fett und vom 29. Juni bis 8. Juli bei 1500 Fleisch (Reihe 4) 95 Fett ansetzte. Die Fettmenge von 1014 Gmm. entspräche dem Kohlenstoffgehalte nach 1940 Gmm. Traubenzucker, der in solcher Menge nie im Körper enthalten ist. Der Vorrath an Zucker oder glycogener Substanz in den Organen ist, wenn die eingeführte Nahrung nach 24 Stunden soweit als möglich zersetzt worden und wieder der Hungerzustand eingetreten ist, keinen grossen Schwankungen unterworfen. Es könnte endlich die zur Verbrennung nöthige berechnete Sauerstoffmenge nicht so gut mit der wirklich aufgenommenen übereinstimmen, wenn statt des Fettes Zucker aufgespeichert worden wäre, wie z. B. in dem V. Abschnitte mit 2000 Fleisch, wo im Mittel 58.1 Fett abgelagert wurden und die genannte Differenz in der Sauerstoffmenge nur 7.5 Gmm. betrug. Wäre statt Fett dagegen Zucker angesetzt worden, so hätte die Differenz 41.2 Gmm. ausmachen müssen. Wir schliessen daraus, und aus den Resultaten später mitzutheilender Versuche, dass beim Zerfall des Eiweisses neben anderen, namentlich stickstoffhaltigen Produkten auch Fett abgespalten wird, das dann unter Umständen angesetzt werden kann.

Die aus dem zersetzten Eiweiss abgelagerte Fettmenge ist in manchen Fällen nicht unbedeutend; sie beträgt z. B. in Prozent des zersetzten trockenen Fleisches ausgedrückt:

bei	1500 Fleisch	3	Reihe	a.	=	4.3 %
„	„ „	3	„	b.	=	7.2
„	„ „	3	„	c.	=	8.0
„	„ „	7	„	a.	=	9.8
„	„ „	7	„	b.	=	5.7
„	„ „	7	„	c.	=	9.8
„	„ „	7	„	d.	=	6.4
„	2000 „			a.	=	12.2
„	2000 „			b.	=	11.5
„	2500 „			a.	=	9.4

In dem trockenen Fleische befinden sich höchstens 3.8% Fett.

Der Ansatz von Fett aus Fleisch ist nicht proportional der zersetzten Fleischmenge, denn es kommt hier ausserdem noch der Zustand des Körpers in Betracht. Im Allgemeinen ist wohl bei reichlicher Eiweisszersetzung die Abgabe von Fett vom Körper geringer oder die Ablagerung von Fett beträchtlicher, wie schon obige Zusammenstellung der Versuchsresultate ergibt oder die Versuche a und b des II. Abschnittes oder die Versuche a und b des III. Abschnittes der Reihe 1 und 3. Es gilt dies aber nicht im Speciellen für alle Fälle, sondern es ist, wie gesagt, auch der Ernährungsstand des Körpers für den Fettverbrauch maassgebend. Bei Fütterung mit 1500 Fleisch kann völliger Gleichgewichtszustand der Einnahmen und Ausgaben bestehen, es kann aber auch Fett vom Körper abgegeben oder Fett angesetzt werden.

Es hat sich aus den Versuchen ergeben, dass Fett aus Fleisch dann leicht angesetzt wird, wenn der Körper arm an Fett ist und dass dagegen in der ersten Zeit Fett abgegeben wird, wenn der Körper durch die vorausgehende Fütterung reich an Fett geworden ist.

Der Hund hat in dem III. Abschnitt 1. Reihe mit 1500 Fleisch in den Versuchen a und b, allerdings bei geringerer Eiweisszersetzung, noch Fett vom Körper verloren, später nur wenig Fett abgelagert, da er vor dieser Reihe lange Zeit viel gemischtes Fressen erhalten hatte. Ebenso zeigte es sich, aber bei kaum schwankendem Eiweisszerfall, im III. Abschnitt 2. Reihe, wo vorher längere Zeit Fleisch und Fett gegeben worden war. Ebenso in dem III. Abschnitt 8. Reihe, der eine 58tägige Fütterung mit 500 Fleisch und 200 Fett vorausging.

Ein solcher Fall ist auch gegeben bei der sogenannten Bantingkur, wo ebenfalls durch reichliche Eiweisszufuhr Fett in die Zerstörung mitgerissen wird; nur ist bei fetten Menschen verhältnissmässig viel mehr Fett aufgehäuft als bei unserem Hunde, der zwar wohlgenährt, aber nicht fett war, daher bei ersteren der Erfolg ein ungleich eklatanterer und länger andauernder sein muss.

Es fand dagegen ausschliesslich und gleich von Anfang an ein Fettansatz statt in den Reihen 3., 4., 5., 6., 7. des III. Abschnittes mit 1500 Fleisch, vor denen reines Fleisch ohne stickstofffreie Stoffe gefüttert oder vor denen gehungert worden war.

Auch bei steigender Eiweisszersetzung steigt die Fettablagerung nicht verhältnissmässig. Bei 1500 Fleisch kam es im Minimum zu einem Ansatz von 4 Gmm. Fett, bei 1800 Fleisch zu einem Ansatz von nur 1 Gmm. Fett, bei 2000 Fleisch zu einem Ansatz von 58 und bei 2500 Fleisch zu einem Ansatz von 57 Fett. Hier fallen die Versuche mit 1800 und 2500 Fleisch aus der Reihe, indem sie einen zu niedrigen Fettansatz ergeben. Dies sind nun aber gerade die Reihen vom Jahre 1861, wo der Hund noch jünger und lebhafter war, und zu welcher Zeit sich der Thierkörper bekanntlich viel weniger leicht mästet; ausserdem hatte der Hund vor der Fütterung mit 1800 Fleisch in den Monaten Dezember und Januar Fleisch mit viel Fett und dann gemischtes Fressen erhalten, und vor der Fütterung mit 2500 Fleisch 800 und 1800 Fleisch mit 450 Stärke. Da also das Thier bei dem Uebergang zu 1800 und 2500 Fleisch sehr reich an Fett war, so wurde dabei weniger Fett abgelagert, als zu den Zeiten, wo es weniger Fett am Körper besass. Der Reihe mit 2000 Fleisch dagegen ging die lange Reihe mit 1500 Fleisch (1.—21. Juni 1863) und dieser die Reihe mit 500 Fleisch (25. April bis 1. Juni 1863), bei der der Körper 1974 Fett eingebüsst hatte, voraus; es kam daher hier zu einem etwas grösseren Fettansatze. Da bei der Fütterung mit 1500 Fleisch (1.—21. Juni 1863) täglich im Mittel 23 Gmm. Fett angesetzt wurden und dann bei der folgenden mit 2000 Fleisch (21.—29. Juni 1863) täglich 58 Gmm., so wurden wegen des nach und nach sich ansammelnden Fettes in der folgenden Reihe mit 1500 Fleisch (29. Juni bis 8. Juli 1863) täglich nur 11 Fett abgelagert; zuletzt

hätte sich wohl auch Fettgleichgewicht mit 1500 Fleisch hergestellt.

Die Verhältnisse der Wasserausscheidung durch die Nieren, die Lunge und die Haut sind von grossem Interesse, namentlich die ausserordentlich schwankenden Grössen des Wasserverlustes durch die Haut, welche im grossen Ganzen nicht von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgrad der umgebenden Luft abhängig sind; wir werden diese Dinge eingehend in einer eigens dem Zweck gewidmeten Abhandlung besprechen, da es uns hier zu weit ab von unserem Zweck, die Zersetzungsvorgänge bei Ernährung mit reinem Fleisch darzulegen, abbringen würde.

Die Sauerstoffaufnahme wächst mit der Zersetzung des Fleisches an und es stimmt in der Mehrzahl der Fälle die Sauerstoffmenge, welche zur Ueberführung der zersetzten Stoffe in die letzten Ausscheidungsprodukte nöthig ist, mit der wirklich aufgenommenen sehr gut überein. Wenn also auch die Sauerstoffbindung nach den oben schon angegebenen Untersuchungen in kleineren Zeiträumen nicht gleich geht mit der Sauerstoffausscheidung in den Zersetzungsprodukten und erstere manchmal kleiner, manchmal grösser sein kann als letztere, so hat sich doch in den meisten Fällen in einem Zeitraum von 24 Stunden der Ausgleich hergestellt; manchmal scheint er sich nach einigen unserer Versuche aber auch über 24 Stunden hinaus zu erstrecken.

Man hat noch in vielen Kreisen die Vorstellung, dass der ins Blut eingetretene Sauerstoff die Hauptursache der Zerstörung der Stoffe im Thierkörper sei und dass er die Stoffe annage nach Maassgabe seiner Verwandtschaft zu ihnen. Diese Ansicht erhielt einen gewaltigen Stoss, als man fand, dass die Stoffe im Thierkörper gegenüber dem Sauerstoff sich nicht so verhalten wie ausserhalb desselben; während ausserhalb des Körpers das Fett sehr leicht verbrennt, das Eiweiss dagegen nur äusserst schwierig, und man deshalb unbedenklich voraussetzte, dass dies im Körper auch so sein müsse, ergaben die Versuche, dass im Thierkörper nichts leichter zerfällt als das Eiweiss und nichts schwerer als das Fett.

Man könnte darnach sagen, im Organismus seien eben die Bedingungen für die Oxydation andere als ausserhalb, und deshalb

Stoffe zu erhalten, und wenn ihm durch die Zersetzung in den Organen die Stoffe entzogen worden sind, ihm aber aus dem Darm nicht erneut werden, dann ergänzt es sie aus dem eigenen Körper, das Eiweiss aus dem Organeiweiss, das Fett aus den Fettzellen. Dr. Bauer hat diese Wegnahme von Organeiweiss und die Erhaltung des Gleichgewichtes zwischen Blut und Organen constatirt, als er dem Thiere eine gewisse Portion Blut entzog, wornach viel mehr Eiweiss als vorher zersetzt wurde.

Wird aber Nahrung zugeführt, so wird aus ihr das Ersatzmaterial genommen. Gelangt eine sehr grosse Menge Eiweiss vom Darme aus in die Säfte, so wird viel davon durch die Zellenthätigkeit zersetzt, es ist jedoch genügend davon vorhanden, um den Stand derselben an Eiweiss zu erhalten oder ihn sogar zu vermehren, und die Zellen haben genug zu thun, das Eiweiss zu bewältigen oder noch besser, es wird stets aus dem Eiweiss Fett erzeugt, so dass die Säfte keine Verminderung ihres Fettgehaltes erfahren und deshalb auch keines aus den Fettzellen weggenommen wird.

Ist die Eiweisszufuhr ungenügend, dann wird nicht nur mehr Eiweiss durch die Thätigkeit der Zellen verbraucht als nachgeführt wird, sondern auch mehr Fett, als aus dem zersetzten Eiweiss hervorgeht, daher noch Eiweiss und Fett in das daran verarmte Blut vom Körper zugegeben wird.

Es versteht sich darnach von selbst, dass je nach der Menge von Eiweiss und Fett in den Säften, der Masse der Organe oder der thätigen Zellen, dem Verhältniss von Organen und Säften, der Thätigkeit der Organe, kurz je nach dem Zustande des Körpers sich der Verbrauch an diesen Stoffen richten wird. Für die Eiweisszersetzung ist der Einfluss dieser Faktoren schon in früheren Abhandlungen genügend hervorgehoben und mit Beispielen belegt worden. Es wird aber auch jetzt klar, warum bei Zersetzung einer grösseren Eiweissmenge bei fettreicherem Körper Fett vom Körper verloren geht und bei fettarmem Körper Fett abgelagert wird.

Aus obigen Versuchen geht nun auch deutlichst hervor, dass die Eiweiss- und Fettzersetzung nicht der Art von einander abhängig sind, dass sie sich dem Sauerstoffbedürfnisse der Zersetzungsprodukte nach vertreten, d. h. dass bei Verbrennung von weniger Fleisch

der nicht in Beschlag genommene Sauerstoff sich mit Fett verbindet, wie die frühere Lehre voraussetzte. Der Zerfall von Fleisch und Fett geschieht nicht nach den gleichen Regeln, und es wird secundär soviel Sauerstoff vom Blute weggenommen, als nöthig ist, um das in den Zerfall gezogene in die sauerstoffreicheren Excretionsprodukte überzuführen. Dies zeigt z. B. die Vergleichung der Fleisch- und Fettzersetzung bei Zufuhr von 500 und 1000 Fleisch im I. und II. Abschnitte (S. 448); an den 6 Versuchstagen des I. Abschnittes (S. 444) bei Fütterung mit 500 Fleisch wurde nahezu die gleiche Fettmenge zersetzt, obwohl an den ersten Tagen viel mehr Fleisch zu Grunde ging; im Versuche b der 1. Reihe des III. Abschnittes (S. 451) wurde bei viel grösserem Fleischverbrauch nicht eine entsprechende Menge Fett weniger oxydirt als im Versuche a; ebenso ist es bei der Vergleichung der Zersetzungen bei 1000 und 1500 Fleisch in der 1. Reihe des III. Abschnittes (S. 457).

Es ist allerdings ganz richtig, dass 100 Fett die gleiche Menge Sauerstoff nöthig haben, um sich in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln, wie 240 Stärkemehl oder 263 Traubenzucker oder 266 Branntwein von 50% Alcoholgehalt oder 770 frisches fettloses Muskelfleisch; aber es wäre nach dem Dargelegten vollkommen unrichtig, wenn man glauben wollte, dass im Thierkörper diese Stoffe in solchen Mengenverhältnissen sich zersetzen und für die stofflichen Vorgänge das Gleiche leisten.

Es ist die Aufgabe späterer Auseinandersetzungen, diese Erkenntniss auf die Umsetzungen bei Darreichung von Fleisch mit Fett oder Stärkemehl, auf welche wir in unserer nächsten Mittheilung eingehen werden, anzuwenden und deren Richtigkeit zu prüfen.

Ueber die Mittel zur Förderung der Theorie und Praxis der öffentlichen Gesundheitspflege.

Von

Dr. Max v. Pettenkofer.

Im ersten Hefte dieses Bandes steht ein sehr warm geschriebener Bericht über „Gründung einer chemischen Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege zu Dresden" von Dr. O. Reich. Der besprochene Gegenstand verdient auch die Aufmerksamkeit und die Theilnahme, welche ihm der Verfasser zugewendet hat, im vollsten Umfange: diese Centralstelle ist als ein sehr dankenswerther Schritt der sächsischen Regierung zur systematischen Entwickelung der Pflege der öffentlichen Gesundheitspflege in Deutschland anzuerkennen, und hierin stimme ich Dr. Reich vollkommen bei; aber ich bedauere, ihm sehr bestimmt darin widersprechen zu müssen, dass die Errichtung von Lehrstühlen für Hygiene an den Universitäten weniger zweckmässig, ja sogar noch verfrüht sei. Dr. Reich hat offenbar weniger über das Bedürfniss der öffentlichen Gesundheitspflege im Allgemeinen, als speciell über die Errichtung einer chemischen Versuchsstation für diesen Zweck nachgedacht.

Das Interesse der öffentlichen Gesundheit erfordert vor Allem, dass der augenblickliche Stand der Wissens und Könnens und die nächstliegenden Bedürfnisse des Faches jenen stets evident erhalten werden, welche im Leben darauf den meisten Einfluss haben, und das sind die Aerzte und Verwaltungsbeamten und in gewissen Beziehungen auch die Architekten und Ingenieure. Es wäre thöricht, zu erwarten, dass jeder Einzelne sich die Zeit nähme, das zusammenzusuchen, was über die zahlreichen Zweige der öffentlichen Gesundheitspflege bereits vorliegt, und zu untersuchen, was passend und nicht passend ist. Die meisten Aerzte und Verwaltungsbeamten

treten in dieser Beziehung ohne alle Vorbildung in die Praxis, und die wenigsten finden Musse genug zu einem gründlichen Selbstunterrichte, der unerlässlich ist, um zu fest begründeten richtigen Anschauungen zu gelangen; sie lassen sich durchschnittlich eben vom jeweiligen Strome der Verhältnisse treiben und begnügen sich meist mit einer gewissen Routine, welche sie sich im Laufe der Zeit in Erledigung herantretender Aufgaben von Fall zu Fall erwerben — ohne sich mit schwerfälligen Grundsätzen und Principien zu belasten, oder systematische Bestrebungen zu verfolgen. So lange dieser Zustand bleibt, wird sich die Hygiene als Wissenschaft im Leben nicht entwickeln, selbst wenn noch viele chemische Versuchsstationen dafür errichtet werden, ebensowenig als sich die Chirurgie, Geburtshilfe u. s. w. als specielle Wissenschaften entwickelt hätten, wenn man nur Krankenhäuser zur Pflege und Behandlung der einzelnen Fälle gebaut, oder Instrumentarien und Apotheken angelegt, und nicht Lehrstühle gegründet hätte, denen stets oblag, das Ganze zusammenzufassen.

Dr. Reich ist zwar der Ansicht, dass „das junge Bäumchen öffentlicher Gesundheitspflege noch nicht so weit herangewachsen sei, um eine grosse Zahl von Schülern in seinem Schatten aufzunehmen und sie mit seinen Früchten zu erquicken“; ja er fürchtet sogar: „jetzt schon die öffentliche Gesundheitspflege dociren wollen, hiesse, sie auf ein Prokrustesbett legen“, d. h. verstümmeln; — aber trotzdem scheint es mir jetzt sogar nächste Aufgabe, an allen deutschen Universitäten Lehrstühle für öffentliche Gesundheitspflege zu gründen und mit den nöthigen Hilfsmitteln auszurüsten: diese werden die natürlichsten Pflanzstätten und Versuchsstationen für eine gedeihliche Fortentwickelung des Faches sein.

Man kann die Frage aufwerfen, ob man nicht noch länger von solchen Lehrstühlen Umgang nehmen könnte, nachdem man sie so lange nicht gehabt hat? Dass man das kann, beweist die That; aber dass es im Interesse der Sache, d. h. im Interesse der Entwickelung des Faches gelegen sei, möchte ich sehr bezweifeln. Wenn man denkt, wie unbestimmt und theilweise wenig entwickelt das Fach der Physiologie war, als man die ersten besondern Lehrstühle dafür errichtete, und wie sich das Fach unter den Händen der

arbeitenden Fachlehrer rasch zu einer der exactesten Doctrinen entwickelt hat, so muss man darüber staunen, welchen Erfolg es hat, wenn man zur rechten Zeit Arbeitskräfte für bestimmte Aufgaben beschäftigt und sie mit den nöthigen Hilfsmitteln ausrüstet. Die Physiologie war an den Universitäten lange Zeit ein ähnlicher Appendix der Anatomie, wie die Hygiene gegenwärtig noch der gerichtlichen Medicin oder sogenannten Staatsarzneikunde beigesellt ist, nur mit dem Unterschiede, dass Anatomie und Physiologie den innigsten theoretischen und praktischen Zusammenhang haben, wie er zwischen Hygiene und gerichtlicher Medicin nicht im Mindesten besteht und nie bestehen kann. Chirurgie, Geburtshilfe und Augenheilkunde passen noch viel besser in eine Hand zusammen, als Hygiene und Staatsarzneikunde, unter der man, wenigstens bei der Wahl des Vertreters, in der Regel nur gerichtliche Medicin versteht. Ich habe mich darüber bereits früher in einem Vortrage über öffentliche Gesundheitspflege bei der Naturforscherversammlung in Frankfurt a. M. im Jahre 1867 ausgesprochen, welcher im Anhang zum Tagblatt der Versammlung gedruckt ist und auf den ich hier wieder aufmerksam machen möchte.

Da Dr. Reich fürchtet, „dass der Lehrstoff der Hygiene noch nicht abgerundet, geordnet und gegliedert genug sei, um den Schüler nicht sofort diesen Mangel herausfühlen und das Fach gering schätzen zu lassen“, so möchte ich doch darauf aufmerksam machen, dass man Aehnliches, etwa mit Ausnahme der theologischen Dogmatik, von gar manchen Fächern sagen könnte, die doch mit grossem Vortheil an Universitäten gelehrt werden. Es sieht übrigens mit dem Lehrstoff der Hygiene nicht so kümmerlich und schlimm aus, als sich Dr. Reich vorstellt. Die bayerischen Universitäten haben vor mehreren Jahren Lehrstühle für Hygiene erhalten; ich betrachte das jetzt noch mehr als früher als eine sehr zweckmässige und verdienstliche Neuerung. Seit fünf Jahren trage ich das Fach in München vor und kann aus Erfahrung mittheilen, dass nicht der Mangel an Material für die Vorlesungen, sondern eher das Gegentheil von mir als Last empfunden wird. — Ich lese über Hygiene ein Semester lang wöchentlich fünfmal eine volle Stunde lang, und kann da manche Capitel nur sehr oberflächlich abhandeln. Das

Programm meiner Vorlesungen ist aus den gedruckten „Fragen für die medicinische Facultätsprüfung an der Universität München“ zu ersehen. Da diese gedruckten Fragen dem Leserkreise der Vierteljahresschrift wenig bekannt sein dürften, will ich sie hier mittheilen. Ich lese über folgende Gegenstände der öffentlichen Gesundheitspflege:

1. Die Atmosphäre, ihre chemische Zusammensetzung;
2. die physikalischen Veränderungen der Atmosphäre; atmosphärisches Klima;
3. Bekleidung und Hautpflege;
4. Verhalten der Baumaterialien gegen Luft, Wasser und Wärme;
5. Ventilation;
6. Beheizung;
7. Beleuchtung;
8. Bauplätze und Baugrund;
9. Grundwasser;
10. Einfluss der Bodenverhältnisse auf das Vorkommen und die Verbreitung gewisser Krankheiten (namentlich Wechselfieber, Abdominaltyphus und Cholera), Localklima;
11. Trinkwasser und Versorgung menschlicher Wohnorte damit;
12. Nahrung; wesentliche Bestandtheile;
13. Milch;
14. Fleisch;
15. Brod;
16. Gemüse, Obst und andere vegetabilische Nahrungsmittel;
17. weingeisthaltige Getränke und Essig;
18. Genussmittel (Salz, Zucker, Gewürze, Thee, Kaffee, Tabak etc.);

   (13.–18.) mit Rücksicht auf Victualienpolizei

19. Ernährung und Verpflegung verschiedener Menschenclassen unter verschiedenen Umständen — Verpflegsregulative;
20. Sammlung und Fortschaffung der Excremente und sonstiger Abfälle des Haushalts und der Gewerbe, — Canalisirung;
21. Desinfection;
22. Leichenschau und Beerdigungswesen;
23. der Gesundheit schädliche Gewerbe und Fabriken;

24. Schulen, Casernen, Krankenhäuser, Gefängnisse;
25. Gifte und Vorsichtsmaassregeln beim Verkehr und Handel mit denselben;
26. Medicinische Statistik, — Biostatik.

Von diesen Capiteln, welche noch lange nicht das ganze Gebiet der öffentlichen Gesundheitspflege umfassen, sind manche so umfangreich, dass man darüber allein ein Semester lang lesen müsste, wenn man sie ganz erschöpfend behandeln wollte. Wenn meine Zuhörer mit mir nicht zufrieden sein sollten, so ist sicherlich nicht der Gegenstand der Vorträge, oder dass darüber nichts zu sagen wäre, sondern lediglich die Persönlichkeit des Vortragenden daran Schuld. Einem Fähigern muss es gelingen, das Interesse seiner Zuhörer an diesen Gegenständen der öffentlichen Gesundheit zu erwecken.

Wenn man diese 26 Aufschriften überblickt, welche den Inhalt des Faches doch nur unvollständig anzeigen, so muss man gestehen, dass schon viel dazu gehört, nur das Beste aus der Literatur darüber zusammenzustellen und fortlaufend zu ergänzen, und das, worauf es ankommt, wissenschaftlich zu begründen. Bisher hat man nun von jedem praktischen Arzte und jedem Verwaltungsbeamten stillschweigend verlangt, dass er diese Mühe neben seinen anderen sonstigen Geschäften sich selbst mache oder sich laienhaft geschriebenen Büchern überantworte, die nicht selten höchst oberflächlich sind und selbst Unsinn enthalten, wie ich seinerzeit an mehreren Handbüchern der Sanitätspolizei nachgewiesen habe. Das jetzt in dem intelligentern Theile einer jeden Bevölkerung stets lebhafter werdende Interesse an diesen Gegenständen duldet wohl eine so oberflächliche theoretische Behandlung derselben an unseren Hochschulen nicht mehr länger, und um so weniger, als viele Fragen der Hygiene in sehr fühlbarer Weise mit dem Geldbeutel der Gemeindeglieder in Zusammenhang kommen. So lange als unsere Aerzte und Verwaltungsbeamten und Architekten und Ingenieure an Universitäten und polytechnischen Hochschulen gebildet und unterrichtet werden wollen, müssen diese Anstalten auch für ein richtiges Verständniss in Fragen der öffentlichen Gesundheit

sorgen und die fortlaufende Entwickelung dieses Theiles menschlicher Erkenntniss stets im Auge behalten und eifrigst pflegen.

Dazu gehören aber geeignete Lehr- und Arbeitskräfte, die, wie Dr. Reich meint, im Augenblicke nicht vorhanden wären, denn er bemerkt, „dass selbst die Freunde der Hygiene, wenn sie offen sein wollen, in Verlegenheit gerathen würden, sollten sie, mit der Ueberzeugung, den Posten wahrhaft gut zu besetzen, aus ihrer Mitte viele Vorschläge für die zu berufenden Docenten machen.“ Wenn man sich von dieser Rücksicht abhalten liesse, so würde nie ein Anfang gemacht werden, denn es ist ein altes Sprichwort, jeder Anfang ist schwer, und man schiebt ihn gern hinaus so lang als möglich. Wenn es aber einmal sein muss, dann geht es, und stets macht man im Laufe der Arbeit die Erfahrung, dass es schliesslich leichter und besser geht, als man anfangs gedacht hat.

Ich möchte zunächst die Frage beantworten, aus welcher Kategorie für Hochschulen wohl geeignete Vertreter und Bearbeiter desjenigen Theils des Wissens, den wir heutzutage mit Hygiene bezeichnen, am natürlichsten und wahrscheinlichsten hervorgehen würden. An den theoretischen und praktischen Aufgaben der Hygiene betheiligen sich die verschiedensten Richtungen menschlichen Thuns und Denkens. Alles in Allem genommen ist aber der ganze Inhalt der Hygiene in allen ihren Theilen zuletzt doch nur eine Beziehung zum Wohlbefinden des Menschen, eine angewandte Physiologie. Nach meiner Erfahrung arbeiten sich Naturforscher und Aerzte, welche speciell in Physiologie, Chemie und Physik praktisch und theoretisch gut geschult sind, am leichtesten in Aufgaben der Hygiene hinein. Der wesentlich nur mit klinischer Tendenz gebildete praktische Arzt eignet sich viel seltener dazu, ebenso wie der reine Chemiker und Physiker oder Ingenieur von Fach. Ich glaube, wenn man zur Gründung und Besetzung der Lehrstühle an unseren Hochschulen einmal entschlossen wäre und gewissenhaft Umschau halten wollte, so würden in Deutschland sehr bald eine ausreichende Anzahl von jungen Kräften gefunden sein, von denen man sich Erfolg versprechen dürfte, ohne sich gerade einer Täuschung hinzugeben. Wie nahe die Hygiene namentlich der Physiologie liegt, hat sich für mich sehr bezeichnend in der Thatsache ausge-

sprochen, dass Meissner aus freiem Antriebe in Göttingen Vorlesungen über Themata der öffentlichen Gesundheitspflege begonnen und seit einer Reihe von Jahren regelmässig zu seinem und seiner Zuhörer Vergnügen gehalten hat. Ebenso könnten Männer von der Richtung wie Voit, v. Gorup-Besanez, Hoppe-Seyler, Kühne und Andere das Fach vertreten oder dafür Schule machen oder machen helfen.

Die russische Regierung hat in richtiger Erkenntniss des Zeitbedürfnisses bereits den Entschluss gefasst, an den Universitäten des Reiches die Hygiene durch einen besondern Lehrer vertreten zu lassen und von der gerichtlichen Medicin zu trennen, aus ähnlichen Gründen, weshalb man die Trennung der Justiz von der Verwaltung vornimmt. Die russische Regierung liess in diesem Jahre bereits drei jüngere Docenten reisen, welche demnächst als Professoren der Hygiene in Kiew, Kasan und St. Petersburg zu wirken haben werden: alle drei (Dr. Dobroslavin, Jacoby und Subotin) hatten sich namentlich durch physiologisch-chemische Arbeiten bereits hervorgethan.

In England, in welchem Lande man vielleicht den meisten Sinn für öffentliche Gesundheit an den Tag legt, sind schon seit länger an jeder Hochschule Professoren der Hygiene thätig (z. B. Parkes), und man ist dort eben sehr ernstlich damit beschäftigt, von jenen Aerzten, welche künftig eine Stellung als Medical Officers, als Medicinalbeamten, einnehmen wollen, noch das Bestehen eines sehr eingehenden Examens zu verlangen, welches sich nicht nur auf gerichtliche Medicin und Sanitätspolizei, sondern auch auf Statistik, medicinische Topographie und selbst auf Theile der Ingenieur-Wissenschaften erstrecken soll. Worüber der Staat ein gründliches Examen anstellen will, dafür muss er auch sorgen, dass es gründlich vorgetragen werde.

Wenn in einiger Zeit auch jede grössere Stadt eine solche Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege besitzen wird, wie Dresden in Folge der richtigen Einsicht einflussreicher Männer, wie des Geh. Medicinalraths Reinhard, und des guten Willens der Staatsregierung unter Leitung des Prof. Fleck eine zu besitzen so glücklich ist, so können diese eine bessere und zeitgemässere Ver-

tretung der Hygiene, als sie gegenwärtig an den deutschen Hochschulen ist, doch nicht im geringsten entbehrlich machen: es müssten dafür immer noch eigene Kräfte gewonnen werden. Jeder zweckmässig besetzte und hinreichend ausgestattete Lehrstuhl der Hygiene an einer Universität oder einem Polytechnikum wird auch wie eine Art Centralstelle wirken, und fast an jeder würde wohl neben jener planmässigen Gleichheit und Abgeschlossenheit, welche regelmässige Lehrvorträge über ein und denselben Gegenstand überall bedingen, auch entsprechend der Verschiedenheit der einzelnen Lehrer und Forscher eine gewisse Specialisirung der wissenschaftlichen Thätigkeit in verschiedenen Richtungen naturgemäss Platz greifen, was nicht wenig zur möglichst raschen Ausfüllung der noch bestehenden zahlreichen Lücken unseres positiven Wissens in manchen Zweigen des Faches beitragen würde.

Ich halte es für unverantwortlich, sich jetzt die grossen Vortheile entgehen zu lassen, welche der Vortrag der jeweiligen Lehren eines Faches, die gewissenhafte und genaue Tradition derselben von Generation zu Generation bietet, und alles Heil zunächst nur in isolirten Specialuntersuchungen zu erblicken, welche sich an einzelne Fälle knüpfen und die ihren Mittelpunkt doch immer erst in einer Gesammtdoctrin zu suchen und zu finden haben, von welcher auch stets die richtigste und schärfste Fragestellung für Einzeluntersuchungen ausgehen wird.

